

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут аерокосмічних технологій

Кафедра авіа- та ракетобудування

«На правах рукопису»
УДК 629.7.024.52

До захисту допущено:

В. о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«___» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Літаки і вертольоти»

зі спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

**на тему: «Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час
виготовлення відсіків літака»**

Виконав:

студент VI курсу, групи АЛ-391мп

Герасименко Олексій Ігоревич _____

Керівник:

професор, д.т.н., професор кафедри

Сухов Віталій Вікторович _____

Консультант:

Рецензент:

доцент, к.т.н., доцент каф. СКЛА

Сердюк Анатолій Анатолійович _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

Реферат

Магістерська дисертація: «Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака», 85 сторінок, 32 малюнка, більше 20-ти таблиць, 19 посилань.

Актуальність: застосування сучасних способів базування дозволить знизити трудомісткість складання та затрати на технологічну підготовку виробництва.

Мета роботи: розглянути застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака.

Об'єкт дослідження: відсіки фюзеляжу Ф-2 літака Ан-140

Вихідні дані:

- максимальний діаметр відсіку – 2600 мм;
- точність по стикам – $\pm 0,1$ мм;
- точність складання по контуру – ± 1 мм;
- відсік-аналог – відсік Ф-2 фюзеляжу Ан-140-100;
- пріоритетні складальні бази – отвори.

Методи дослідження: аналіз публікацій, щодо стану складального виробництва і виділення основних тенденцій його розвитку; аналіз публікацій присвячених базам (складальним і технологічним) і формування адаптивних понять складальних і технологічних баз; аналіз особливостей конструкцій із композиційних матеріалів, на основі яких виділяються методи складання (складальні бази) які доцільно застосовувати; вибір обладнання для призначення обраних складальних баз і складання конструкцій з композиційних матеріалів; аналіз сучасних складальних і технологічних баз, які застосовуються для виготовлення відсіків літаків; запропоноване сучасне обладнання для базування складових частин відсіків, а саме, лазерні трекери, інтерферометри, далекоміри; була розроблена схема складання і ув'язки відсіку, в якій замість традиційних креслень використовуються електронні моделі і сучасне обладнання; розробка технології складання відсіку

фюзеляжу з використанням в якості складальних баз лише отворів, а саме складальних і базових; розробка стартап–проекту для визначення можливості ринкової комерціалізації розробленої технології складання відсіку фюзеляжу літака.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Описано сучасні складальні та технологічні бази, що використовуються при виготовленні відсіків.
2. Описано вплив конструкцій з композиційних матеріалів на застосування баз і вибір обладнання для складання.

Практичне значення одержаних результатів: використання в якості складальних баз складальних і базових отворів при складанні відсіків літаків дозволить зменшити трудомісткість, за рахунок зменшення ручної праці механізованим інструментом, а також витрати на складальне пристосування за рахунок спрощення його конструкції.

Апробація результатів дисертації: науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Авіа – ракетобудування: Перспективи та напрямки розвитку».

Публікація: Фахове видання.

Ключові слова: складальні бази, технологічні бази, технологія складання, базування.

Abstract

Master's degree dissertation: «Application of modern frame-clamping and technological bases is during making of compartments of airplane», 85 pages, 32 pictures, more than 20-ти tables, 19 references.

Actuality: application of modern methods of basing will allow to bring down lab our intensiveness of stowage and expense on technological preproduction.

Aim of work : to consider application of modern frame-clamping and technological bases during making of compartments of airplane.

Research object: compartments of fuselage of Φ - of 2 airplanes of АН - 140.

A weekend is given:

- is a maximal diameter of compartment - 2600 mm;
- it is exactness for to the joints - $\pm 0,1$ mm;
- exactness of stowage is - ± 1 mm contoured;
- it is a compartment-analogue - cut off Φ -2 fuselages of АН-140-100;
- are priority frame-clamping bases - opening.

Research methods: analysis of publications, in relation to the state of frame-clamping production and selection of basic tendencies to his development; analysis of publications devoted to the bases (frame-clamping and technological) and forming of adaptive concepts of frame-clamping and technological bases; analysis of features of constructions from composition materials, on the basis of that the methods of stowage (frame-clamping bases) are distinguished that it is expedient to apply; a choice of equipment is for setting of select frame-clamping bases and stowage of constructions from composition materials; analysis of modern frame-clamping and technological bases that are used for making of compartments of airplanes; offer modern equipment for basing of component parts of compartments, namely, laser trackers, interferometers, range-finders; there was the worked out chart of stowage and tying up of compartment, in that instead of

traditional drafts electronic models and modern equipment are used; development of technology of stowage of compartment of fuselage is with using as frame-clamping bases only of opening, namely frame-clamping and base; development of start - to the project is for determination of possibility of market commercialization of the worked out technology of stowage of compartment of fuselage of airplane.

Scientific novelty of the got results:

1. Modern frame-clamping and technological bases that is used for making of compartments are described.
2. Influence of constructions is described from composition materials on application of bases and choice of equipment for a stowage.

Practical value of the got results: using as frame-clamping bases of the frame-clamping and base opening at the stowage of compartments of airplanes will allow to decrease lab our intensiveness, due to reduction of hand lab our by the mechanized instrument, and also charges on frame-clamping adaptation due to simplification of his construction.

Approbation of results of dissertation: research and practice conference of students and young scientists "Air is a rocket production: Prospects and directions of development".

Publication: Professional edition.

Keywords: frame-clamping bases, technological bases, technology of stowage, basing.

Зміст

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів.	10
Вступ. Актуальність теми та її практичне значення.	11
1.Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку.	13
Висновки по розділу.....	18
2.Формування термінологічного базису.	19
Висновки по розділу.....	20
3.Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання.	21
3.1. Композиційні матеріали та конструкції з них.....	21
3.2. Особливості та вплив.....	25
Висновки по розділу.....	30
4.Сучасні складальні і технологічні бази, що використовуються для виготовлення відсіків літаків31	
Висновки по розділу.....	42
5.Обладнання для базування складових частин відсіків за прогресивними базами.43	
Висновки по розділу.....	47
6.Розробка схеми складання і ув'язки відсіку фюзеляжу.48	
Висновки по розділу.....	52
7.Розробка технології складання відсіку фюзеляжу.53	
7.1.Розробка технічних умов постачання складових частин на складання (монтаж, випробування) об'єкта.....	53
7.2.Вибір, технічний опис та обґрунтування засобів технологічного оснащення для складання об'єкта.....	59

					АЛЗмп9102.10.01.03.00 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака	Літ.		Аркуш	Аркуші		
Розроб.	Герасименко							8	8		
Перевір.	Сухов										
Т. контр.											
Н. контр.	Поваров С.А.										
Затв.	Кабанячий В.В.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АРБ гр. АЛ-391мп				

7.3.Розробка робочого технологічного процесу складання об'єкта в маршрутно-операційному описі.	
Оформлення на бланках.....	64
Висновки по розділу.....	65
8.Розробка стартап-проекту.....	66
8.1.Опис ідеї проекту.....	66
8.2.Технологічний аудит проекту.....	68
8.3.Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	68
8.4.Розробка ринкової стратегії проекту.....	75
8.5.Розробка маркетингової програми стартап-проекту.....	77
8.6.Очікувана ефективність стартап-проекту.....	80
Висновки по розділу.....	81
ВИСНОВКИ.....	82
Список використаних джерел.....	84

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів

ЕМ – електронна модель.

СО – складальні отвори

БО – базові отвори

НО – напрямні отвори

ЧПУ – числове програмне управління

ТП – технологічний процес

МІ – механізований інструмент

ЛЦВС – лазерна centruюча вимірювальна система

ЗТО – засоби технологічного оснащення

ПРИМ – програмно – інструментальний метод

РІ – різальний інструмент

ПЕО – повний електронний опис

Пр – програма

ОСБ – отвори під стикові болти

КФО – координатно-фіксуєчі отвори

Вступ. Актуальність теми та її практичне значення

В даній дисертації за об'єкт виробництва взято фюзеляж регіонального турбогвинтового літака Ан-140, а саме відсік Ф-2. Цей вибір обумовлено сучасністю цього літака та тимчасовим замороженням (у зв'язку з технічними та політичними негараздами) цього виробництва на ХДАВП (Харків), HESA (Ісфахан, Іран) і на ЗАТ «Авіакор – авіаційний завод» (Самара, Росія). На малюнку 1 представлений літак Ан-140. На малюнку 1 представлений літак Ан-140.



Малюнок 1 – Літак Ан-140

Актуальність роботи: застосування сучасних способів базування дозволить знизити трудомісткість складання та затрати на технологічну підготовку виробництва.

Мета роботи: розглянути застосування сучасних складальних і технологічних баз під час виготовлення відсіків літака.

Задачі дослідження:

1. Визначити як конструкції із КМ впливають на застосування баз та вибір обладнання для складання.
2. Описати сучасні складальні та технологічні бази, що застосовуються.
3. Запропонувати сучасне обладнання для базування.

4. Розробити технологію складання відсіку.

Об'єкт дослідження: відсіки фюзеляжу Ф-2 літака Ан-140

Вихідні дані:

- максимальний діаметр відсіку – 2600 мм;
- точність по стикам – $\pm 0,1$ мм;
- точність складання по контуру – ± 1 мм;
- відсік-аналог – відсік Ф-2 фюзеляжу Ан-140-100;
- пріоритетні складальні бази – отвори.

Наукова новизна:

1. Описано сучасні складальні та технологічні бази, що використовуються при виготовленні відсіків.
2. Описано вплив конструкцій з КМ на застосування баз і вибір обладнання для складання.

Практичне значення отриманих результатів: використання в якості складальних баз СО і БО при складанні відсіків літаків дозволить зменшити трудомісткість, за рахунок зменшення ручної праці механізованим інструментом (далі МІ), а також витрати на складальне пристосування за рахунок спрощення його конструкції.

1.Складальне виробництво: стан та тенденції розвитку

Складальне виробництво - це заключний етап виготовлення продукції. Значну питому вагу при виконанні складальних робіт, які є основною складовою складального виробництва, складають витрати на операції взаємної координації деталей і вузлів при їх установці (базуванні і фіксації) в складальному положенні, а також витрати на з'єднання складових частин конструкції, виготовлення оснащення другого порядку і тому подібне. Ці витрати багато в чому визначаються значним об'ємом ручних робіт і залежать від особливостей конструкції, рівня технологічності, прийнятої схеми розчленовування, схеми і методів складання, методів забезпечення взаємозамінності. Зростання обсягів випуску виробів досягається в основному шляхом розширення фронту робіт і збільшення чисельності робітників, зайнятих в складальному виробництві.

Причинами великої трудомісткості і собівартості складальних робіт в авіаційній промисловості, а також значній тривалості виробничого циклу є невисока міра механізації і автоматизації складальних операцій, а також використання традиційних методів складання і схем ув'язки, які в основному орієнтовані на спеціальні складальні пристосування. З врахуванням вищевикладеного розробка і впровадження автоматизованого складання авіаційних конструкцій шляхом вдосконалення тих, що існують і розробки нових схем ув'язки і методів складання, заснованих на вживанні спеціалізованих пристосувань, що можна переналагодити, з програмним управлінням і роботизованих систем, є актуальним напрямком розвитку.

Розвиток сучасного авіабудування характеризується посиленням конкуренції на світових ринках, що примушує підприємства вирішувати задачу забезпечення стабільної якості продукції і економії ресурсів (матеріальних, інтелектуальних, тимчасових), що залучаються для реалізації конкретних проектів або програм на всіх стадіях життєвого циклу виробу. Ситуація на світовому ринку наукоємної продукції розвивається у бік

повного переходу на без паперову технологію проектування, виготовлення і збуту продукції, а також забезпечення якісного виготовлення виробів при мінімальних витратах праці і засобів в задані терміни і в необхідних кількостях.

Далі я назву необхідні заходи, пов'язані із скороченням термінів технологічної підготовки виробництва:

- використання стандартних програм для системи автоматизованого проектування технологічних процесів;
- розробка і впровадження продуктивніших процесів проектування, виготовлення і монтажу технологічного оснащення (включаючи вживання пристроїв з ЧПУ);
- спрощення конструкції складального оснащення за рахунок використання методів складання по настановно-фіксуєчих отворах і використання раціональних схем складання на етапах поза стапельних робіт;
- відмова від забезпечення взаємозамінності за рахунок плазів (на базі математичного моделювання геометричних форм агрегатів літака);
- розробка стандартів на типові літакові складові частини, елементи заготівельного і складального оснащення;
- розробка типових переналагоджуваних складальних і випробувальних пристосувань.

Наразі механізації і автоматизації підлягають лише ті операції і переходи складально-монтажного процесу, які носять масовий характер: свердління і оброблення отворів; постановка кріпильних елементів (клепка заклепок, установка болта-заклепок, згвинчування болтів, гвинтів, гайок); операції зварки, склеювання (напр., стільникових конструкцій), запрессовки, розвальцьовування і так далі. Тобто, питання вдосконалення технології складально-монтажних робіт в літакобудуванні є надзвичайно актуальними, оскільки вони зрештою визначають ефективність всього технологічного процесу виробництва ЛА.

Проведений огляд зарубіжних технологій складання авіаційних конструкцій виявив наступні особливості складально-монтажних робіт:

- перехід на гнучкі портативні системи позиціонування робочих органів технологічних систем;
- використання переналаджуваного складального оснащення замість спеціальної;
- вживання гнучких гібридних роботів;
- перехід на електричні виконавські органи систем постановки кріпильних елементів і ін.

Використання роботів представлена на малюнку 1.1



Малюнок 1.1 – Виконання операцій у кесоні крила

Очевидно, що використання існуючих методів складання в умовах сучасного розвитку комп'ютерних технологій і при автоматизованому складанні є неефективним, тому є тенденція до створення нового методу складання — складання по віртуальним базам або метод віртуальних баз. Суть цього методу складання полягає в тому, що базування деталей відносно один одного або відносно елементів складального пристосування відбувається по електронному макету складальної одиниці за допомогою робота-маніпулятора (представлений на малюнку 1.2).

Наприклад, складання по віртуальним базам для вузлів складається з наступних основних операцій:

1) захоплення роботом деталей і визначення їх положення в просторі (сканування і інші способи визначення розмірів деталі) при необхідності повернення деталей після контролю на доопрацювання;

2) установка деталей в необхідне положення відносно один одного або відносно елементів пристосування по електронному макету складальної одиниці;

3) фіксація деталей в складальному положенні;

4) утримання деталей в складальному положенні;

5) з'єднання деталей між собою різними способами: заклепками, болтами, зваркою, паянням, склеюванням.

На малюнку 1.3 представлена ілюстрація процесу складання вузла по віртуальним базам.



Малюнок 1.2 – Робот маніпулятор UR3

Фіксація встановлених деталей здійснюється або за допомогою спеціальних фіксаторів, або стримується роботом до з'єднання деталей.[1,2,3]



Малюнок 1.3 – Процес складання вузла по віртуальним базам: а – установка поясу нервюри; б – зібраний вузол (нервюра)

Висновки до розділу

Наразі є дві глобальні тенденції розвитку складального виробництва:

- посилення автоматизації процесу складання за рахунок гнучких гібридних роботів;
- розробка нових методів складання з врахуванням сучасного розвитку комп'ютерних технологій і розвитку автоматизації складання.

2. Формування термінологічного базису

Бази - це поверхні, лінії, осі, точки, отвори і їх сукупності, які належать заготовці чи виробу і використовуються для базування. Можна виділити наступні бази:

- складальні - це бази, що визначають положення даної деталі у виробі відносно інших;
- технологічні – це бази, що використовуються для визначення положення заготовки або виробу в процесі їх виготовлення (чи ремонту), або складання.

Технологічні бази, в свою чергу, діляться на:

- вимірювальні – використовуються для визначення поверхонь заготовки чи виробу відносно засобів вимірювань, від них проводиться безпосередній відлік розмірів при обробці, або перевірка взаємного розташування поверхонь деталі чи виробу;
- установочні – це поверхні деталі, якими вона установлюється для обробки у визначеному положенні відносно верстата (чи пристрою) і робочого інструменту. Ними можуть бути плоскі поверхні, зовнішні і внутрішні циліндричні поверхні, поверхні отворів і центрових гнізд, конічні, криволінійні та інші поверхні.

Визначення, наведені вище, взяті з [4]. Крім нього існує ряд публікацій, присвячених термінології у сфері назв, типів і видів баз, що використовуються при виготовленні компонентів та складання літальних апаратів [5, 6, 7, 8]. Аналіз цих публікацій, проведений в рамках виконання дисертації, дав змогу отримати адаптивне поняття щодо термінів (технологічні і складальні бази).

Пропонується у рамках даної дисертації:

- під технологічними базами розуміти бази, що використовуються для виготовлення деталей і вузлів, які входять до складу відсіків літаків;

- під складальними базами розуміються такі, що використовуються під час складання вузлів, панелей, секцій, відсіків і агрегатів з уже виготовлених компонентів.

Таким чином, технологічні і складальні бази, маючи на мету базування відповідних елементів під час виготовлення (складання) є доповняльними і повинні використовуватися саме в комплексі. Орієнтація конструктора на вибір тих чи інших технологічних і складальних баз повинен, таким чином виконуватися комплексно.

Висновки по розділу

Пропонується у рамках даної дисертації:

- під технологічними базами розуміти бази, що використовуються для виготовлення деталей і вузлів, які входять до складу відсіків літаків;
- під складальними базами розуміти такі, що використовуються під час складання вузлів, панелей, секцій, відсіків і агрегатів з уже виготовлених компонентів.

3.Вплив конструкцій із композиційних матеріалів на призначення баз та вибір обладнання для складання

3.1. Композиційні матеріали та конструкції з них

Композиційні матеріали - це гетерофазні системи, тобто такі, що складаються з різних за фізичними та хімічними властивостями фаз і отримані з двох і більше компонентів із збереженням індивідуальності кожного з них.

При цьому:

- склад, форма і розподіл компонентів "запроектовані" заздалегідь;
- компоненти присутні в кількостях, що забезпечують задані властивості матеріалу;
- матеріал має нові властивості, що відрізняються від властивостей складових його компонентів.

Компонент, безперервний у всьому обсязі матеріалу, називається матрицею; переривчастий, роз'єднаний в об'ємі композиції, - армуючим елементом. Поняття "армуючий" означає "введений в матеріал з метою зміни його властивостей".

Матричними матеріалами можуть бути метали і їхні сплави, органічні та неорганічні полімери, кераміка та інші речовини. Підсилюючими або армуючими елементами найчастіше є тонко дисперсні порошкоподібні частинки або волокнисті матеріали різної природи.

Композиційні матеріали володіють таким комплексом властивостей, який недосяжний для традиційних металевих і полімерних матеріалах. Вони значно перевершують їх по питомій міцності, опорі втомі, жароміцності та іншим фізичним і спеціальним властивостям.

Класифікують КМ за такими основними ознаками:

- матеріалом матриці;
- матеріалом армуючих елементів;

- геометрії компонентів;
- структурі і розташуванню компонентів.

Загальна назва, як правило, починається з матеріалу матриці. КМ з металевою матрицею називають металевими КМ, з полімерною – полімерними композиційними матеріалами (далі ПКМ), з неорганічної - неорганічними КМ.

Характеристика КМ за матеріалом матриці та армуючих елементів вказує на їх природу. Назва полімерних КМ складається зазвичай з двох частин: у першій вказується матеріал волокна, друга частина - слово "пластик" або "волокна". Наприклад, матеріали, армовані скловолокном, називаються склопластиками; металевими волокнами - металопластик; вуглецевим волокном - вуглепластики і т.д.

Відповідно з геометрією армуючих елементів КМ діляться на:

- порошкові (гранульовані);
- волокнисті;
- пластинчасті.

До першої групи належать КМ типу псевдо сплавів і інші композиції, що отримуються з сумішей різних порошків. До другої - КМ, армовані безперервними і дискретними волокнами. До третьої - безперервними і дискретними пластинами.

Відповідно до класифікації за структурою і розташуванню компонентів КМ розділяються на групи із:

- каркасною;
- матричною;
- шаруватою;
- комбінованою структурою.

До матеріалів із каркасною структурою відносяться, наприклад, псевдо сплави, отримані методом просочування, з матричною - армовані КМ, з шаруватою - композиції, отримані з набору листів різної природи або складу

що чергуються, з комбінованою - матеріали, що містять комбінації перших трьох груп.

Залежно від виду армуючого компонента композити можуть бути розділені на дві основні групи: дисперсно-зміцнені і волокнисті, які відрізняються структурою.

Дисперсно-зміцнені композити являють собою матеріал, в матриці якого рівномірно розподілені дрібнодисперсні частинки іншої речовини. У цьому випадку все навантаження сприймає матриця, в якій за допомогою безлічі нерозчинних в ній частинок іншої фази створюється структура, що ефективно опирається пластичній деформації. Висока міцність досягається при розмірі частинок 10-500 нм при середній відстані між ними 100-500 нм і рівномірному розподілі в матриці. Оптимальний вміст другої фази для різних металів неоднаково, але зазвичай не перевищує 5-10% об'єму.

Композиційні матеріали з волокнистих наповнювачем ділять на дискретні і з безперервним волокном. Дискретні волокна розташовуються в матриці хаотично. Чим більше відношення довжини до діаметру волокна, тим вище ступінь зміцнення.

У композиційних матеріалах з неметалевою матрицею використовують полімерні, вуглецеві та керамічні матеріали. З полімерних матриць найбільшого поширення набули епоксидна і поліамідна. Вуглецеві матриці отримують з синтетичних полімерів, підданих піролізу. Армуючими елементами служать: скляні, вуглецеві, борні, органічні волокна на основі ниткоподібних кристалів (оксидів, карбідів, боридів, нітридів та ін.). Властивості КМ залежать від складу компонентів, їх поєднання, кількісного співвідношення і міцності зв'язку між ними. Армуючі елементи можуть бути у вигляді волокон, джгутів, ниток, стрічок, багатошарових тканин. Вміст армуючого елемента в орієнтованих матеріалах становить 60-80% об'єму, в неорієнтованих - 20-30% об'єму. Чим вище міцність і модуль пружності волокон, тим вище міцність і жорсткість композиційного матеріалу. Композиційні матеріали відрізняються від звичайних сплавів більш високими

значеннями тимчасового опору і межі витривалості (на 50-100%), модуля пружності, коефіцієнта жорсткості і зниженою схильністю до тріщин. Застосування КМ підвищує жорсткість конструкції при одночасному зниженні її металоємності. Властивості матриці визначають міцність композиції при зсуві і стисненні і опір втомному руйнуванню. [9]

У сучасних літаках КМ широко використовуються для виготовлення складових частин крила і фюзеляжу літака.

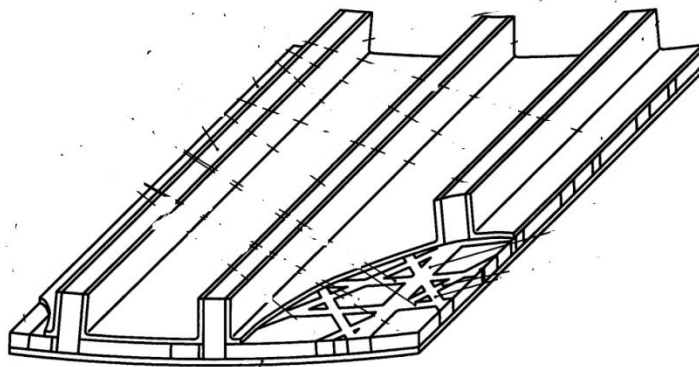
На малюнку 3.1.1 представлено кесон крила з КМ.

На малюнку 3.1.2 представлено панель із КМ.

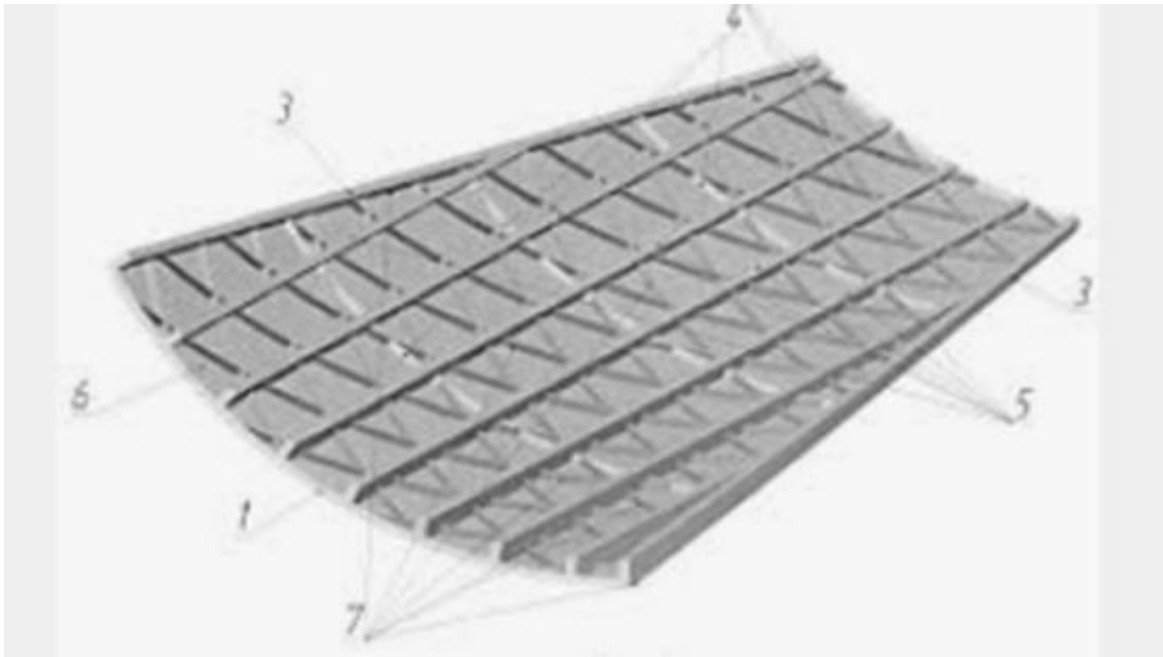
На малюнку 3.1.3 представлено панель із шаруватих КМ.



Малюнок 3.1.1 - Кесон крила з КМ



Малюнок 3.1.2 – Панель із КМ



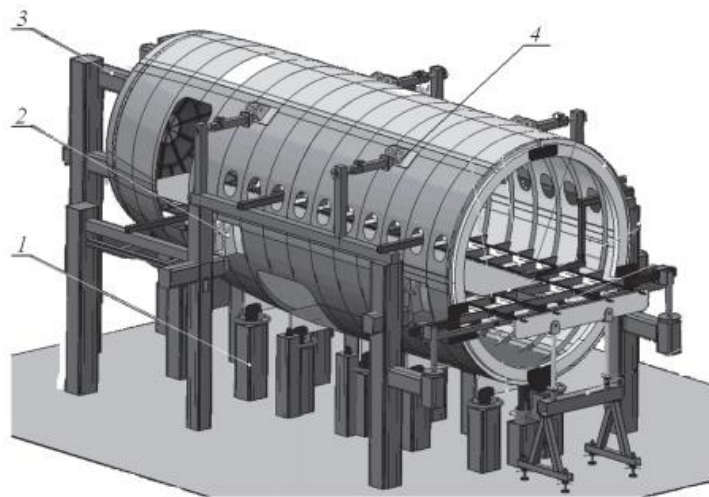
Малюнок 3.1.3 - Панель із шаруватих КМ

3.2. Особливості та вплив

Головними особливостями конструкцій з КМ є:

- надзвичайно висока жорсткість;
- неоднорідна шарувата структура;
- великі габарити деяких конструкцій;
- складність свердління отворів.

В зв'язку з надзвичайно високою жорсткістю, такі конструкції не схильні до пружних деформацій. Це в значній мірі визначає вміст вимог до них, які стосуються точності аеродинамічного обводу і товщини елементів, що сполучаються. Тому використання складального оснащення з наявністю обводоутворюючих елементів недоцільне. Доцільним є використання «безстапельних» методів складання і характерного для них складального оснащення спрощеної конструкції. На малюнку 3.2.4 представлено стапель спрощеної конструкції. [10]



Малюнок 3.2.4 – Стапель спрощеної конструкції.

Потенційно можливими методами складання конструкцій з КМ, з числа відомих методів (характерних для металевих конструкцій), є наступні:

- з базуванням по складальним отворах (далі – СО) без застосування складального оснащення (стапельів, пристосувань і т.п.);
- з базуванням по СО із застосуванням складального оснащення спрощеної конструкції;
- з базуванням по базових отворах (далі – БО) із застосуванням складального оснащення спрощеної конструкції;
- з базуванням по поверхні каркасу (для сучасних літаків не доцільно);
- з комбінованою схемою базування. [10]

При складанні вузла (наприклад панелі) з металевих матеріалів по СО). Одна із деталей приймається в якості базової, на неї встановлюються і фіксуються інші деталі конструкції. Точність зібраної по СО конструкції залежить від точності виконання отворів в базовій деталі, точності деталей які встановлюються на базову деталь, точності взаємної ув'язки СО і контурів деталей які з'єднуються.

Величину похибки для зібраного вузла можна визначити за такою формулою:

$$\Delta H_{сб} = \Delta H_{1со} + \Delta h_{со(1-2)} + \Delta H_{2(со-контр)} + \Delta h_{контр(2-3)} + \Delta H_3 + \Delta h_{деф},$$

де $\Delta H_{сб}$ – похибка вузла що збирається;

ΔH_{1co} – похибка положення СО у першій (базовій) деталі;

$\Delta h_{co(1-2)}$ – похибка взаємної ув'язки СО у першій і наступній деталі;

$\Delta H_{2(co-контр)}$ – похибка взаємної ув'язки положення СО і контуру наступної деталі;

$\Delta h_{контр(2-3)}$ – похибка контурів другої і третьої деталі;

ΔH_3 – похибка виготовлення обшивки;

$\Delta h_{деф}$ – похибка від деформацій, що виникають при складанні.

Якщо припустити, що деталі з яких складається панель виготовлено з КМ то з формули наведеної вище потрібно буде вилучити параметр $\Delta h_{деф}$. Це пояснюється тим, що конструкціям виготовлені із КМ через свою жорсткість не властиві пружні чи пластичні деформації під час складання. Більш того спроби деформувати такі конструкції з високою вірогідністю призведуть до їх руйнування.

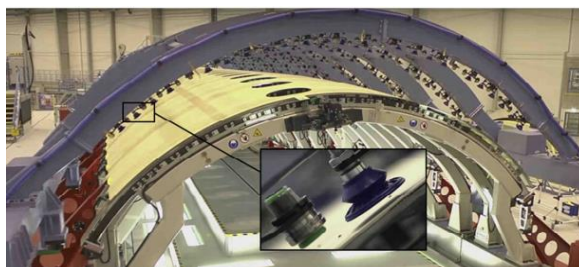
$$\Delta H_{сб} = \Delta H_{1co} + \Delta h_{co(1-2)} + \Delta H_{2(co-контр)} + \Delta h_{контр(2-3)} + \Delta H_3.$$

Дана формула може бути адаптована для інших конструкцій.[11]

Точність складання при базуванні по БО лежить в проміжку від $\pm 0,6 \dots 1,0$ мм.

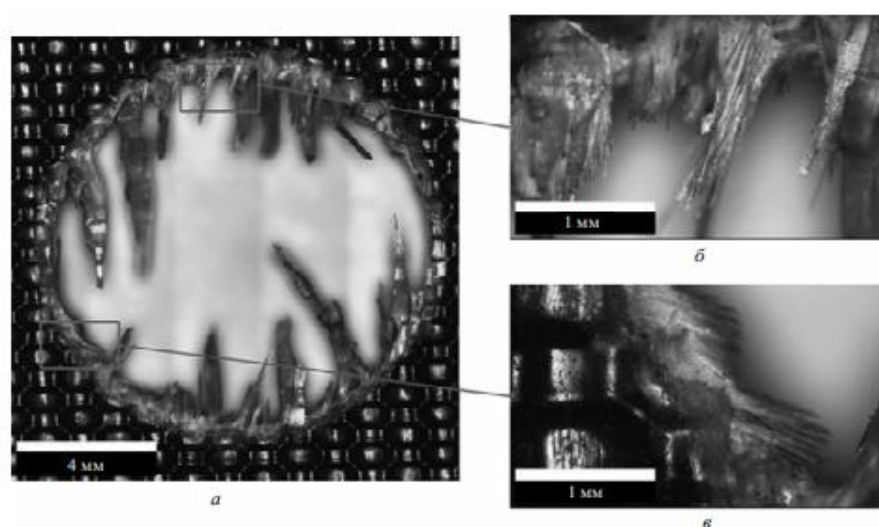
При складанні конструкції з базуванням по поверхні каркасу точність складання знаходиться в інтервалі $\pm 2,0 \dots 2,5$ мм. Вона залежить від точності складання каркасу, від похибок монтажу складальних баз пристосування, від похибок товщини обшивки, від установки кріпильних елементів.[12]

В якості складальних баз, відповідно, будуть використовуватись СО і БО. Для фіксації великогабаритних конструкцій з КМ доцільно застосовувати вакуумну систему представлену на малюнку 3.2.5.



Малюнок 3.2.5 – Вакуумна система фіксації

Складність свердління отворів витікає із структури матеріалу конструкцій. Вона полягає у необхідності використовувати спеціальні свердла і режими свердління. Використання звичайних свердел для металів недопустиме через їх швидке зношування і велику вірогідність отримання дефектів, які представлені на малюнку 3.2.6. [9]



Малюнок 3.2.6 – Можливі дефекти при свердлінні отворів в КМ

Швидке зношування звичайних свердел обумовлено тим, що при свердлінні отворів у деталях з КМ замість стружки, як при свердлінні металів, утворюється порошок, який діє на свердло як абразив.

Для свердління, наприклад, отворів у конструкціях з склопластиків рекомендовано застосовувати свердла з твердосплавного матеріалу ВК6, обробку проводити при швидкості різання 30-35 м/хв та подачі 0,1-0,5 мм/об. Можна використовувати свердла з швидкоріжучої сталі, проте стійкість і ефективність їх нижча. Для свердління отворів у конструкціях з вуглепластиків рекомендовано застосовувати свердла з твердосплавного матеріалу ВК6, обробку проводити при швидкості різання 16 м/хв та подачі 0,05-0,1 мм/об. Також можливе використання свердел із швидкоріжучої сталі. Для свердління отворів у конструкціях з органопластиків потрібно

застосовувати свердла з твердосплавного матеріалу ВК6 або ВК8 (спеціальних конструкцій), обробку проводити при швидкості різання 25-30 м/хв та подачі 0,08-0,25 мм/об. [9]

На малюнку 3.2.7 представлено приклад спеціального свердла для КМ.



Малюнок 3.2.7 – Спеціальне свердло для КМ

В якості обладнання для виконання з'єднань доцільно застосовувати сучасне автоматизоване обладнання типу клепальних автоматів, а для свердління СО і БО свердлувальні станки з ЧПУ. На малюнку 3.2.8 представлено свердлувальний станок з ЧПУ.



Малюнок 3.2.8 – Свердлувальний станок з ЧПУ

Через неоднорідну шарувату структуру конструкцій із КМ, використання ударної клепки недопустиме, через вірогідність виникнення ушкоджень. Замість болтів потрібно застосовувати болт-заклепки.

Висновки по розділу

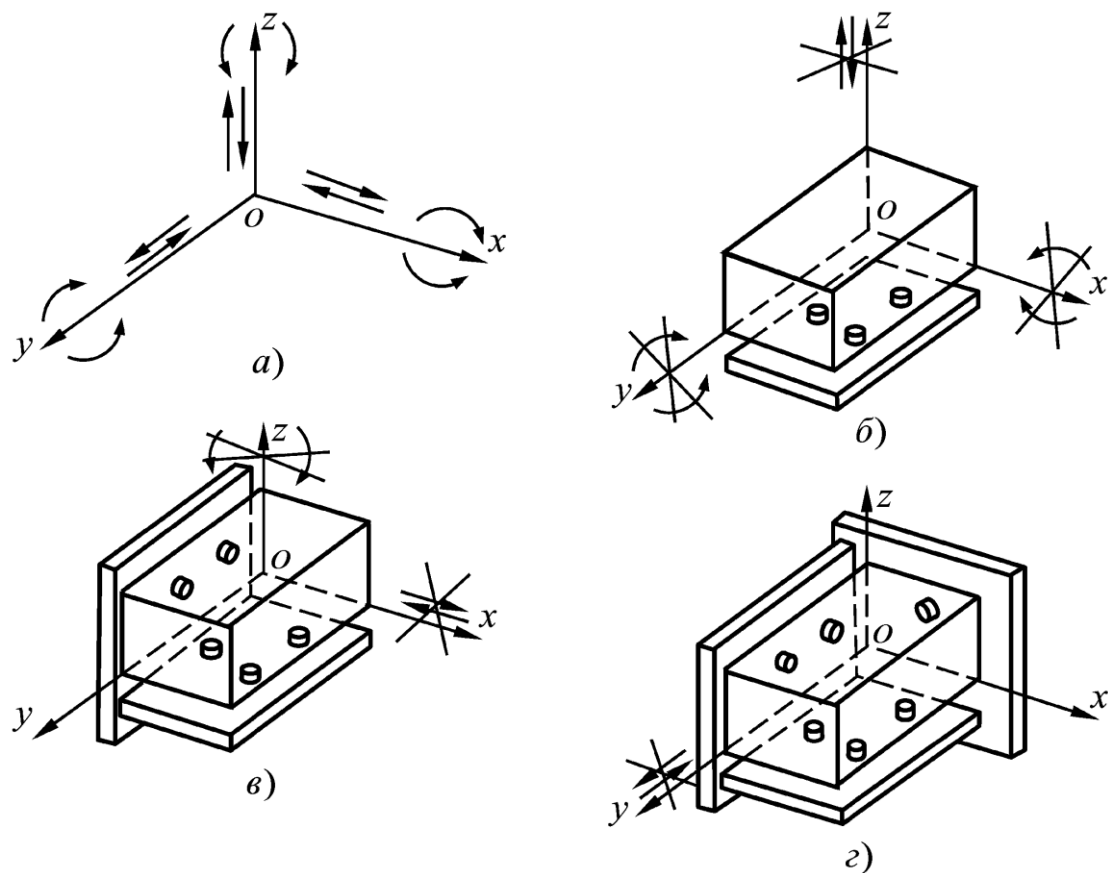
В якості складальних баз доцільно застосовувати СО і БО в поєднанні з складальним пристосуванням спрощеної конструкції. Для їх виконання необхідний спеціальний різальний інструмент і обладнання з ЧПУ. З'єднання конструкцій КМ краще виконувати сучасним обладнанням типу клепальних автоматів. Потрібно застосовувати безударні методи клепки, а замість болтів застосовувати болт-заклепки.

4.Сучасні складальні і технологічні бази, що використовуються для виготовлення відсіків літаків

Наразі деталі, що входять до складу відсіків літаків, виготовляють:

- на верстатах з ЧПУ;
- формують з композиційних матеріалів.

Для виготовлення деталі на верстаті з ЧПУ заготовку потрібно помістити у пристосування. Для орієнтації заготовки у пристосуванні зазвичай користуються правилом шести точок. Суть цього правила полягає у використанні 6-ти опорних точок. Опорна точка – це точка контакту поверхні заготовки, що позбавляє заготовку одного ступеня свободи. На малюнку 4.1 представлена загальна схема базування заготовки.



Малюнок 4.1 – Загальна схема базування заготовки

Залежно від числа опорних точок розрізняють:

- установну базу;
- напрямну базу;
- опорну базу.

Установна база, що задається трьома опорними точками, позбавляє заготовку трьох ступенів свободи, а саме: переміщення уздовж осі Oz і повороту щодо осей Ox і Oy . Напрямна база визначається двома опорними точками і позбавляє заготовку двох ступенів свободи: переміщення уздовж осі Ox і обертання щодо осі Oz . Опорна база створюється однією опорною точкою, позбавляючи заготовку одного ступеня свободи - переміщення уздовж осі Oy . Таким чином, в якості установної бази необхідно вибирати поверхню з найбільшими розмірами, що дозволить розташувати три опорні точки на значній відстані один від одного і не на одній прямій. За напрямну базу слід приймати найбільш довгу поверхню, а найменша поверхня може бути використана як опорна база.[13]

За відсутності у заготовки поверхонь, які б можна було використати для зручного і надійного базування, можуть створюватись так звані штучні технологічні бази (artificial datum surfaces). Для цього в конструкції заготовки передбачають відповідні бобишки, приливки, центрові отвори тощо. Як штучні технологічні бази розглядаються також кріпильні отвори, якщо для мінімізації похибки базування спеціально підвищують точність їх діаметральних розмірів.

Чистові технологічні бази (finishing datum surfaces) — це оброблені поверхні, які використовуються для базування заготовки деталі на операціях, що слідують за першою операцією. Таким чином, чистові технологічні бази мають бути утворені на першій операції. Зазвичай їх обробляють з одного установна. Якщо дозволяє конфігурація заготовки, то разом з утворенням чистових технологічних баз на першій же операції може здійснюватись як попередня, так і остаточна обробка інших поверхонь. Основною задачею вибору чистових технологічних баз є мінімізації похибки базування. Якщо

дозволяє форма деталі, то на всіх основних операціях (окрім першої) слід намагатись використовувати один і той же комплект чистових технологічних баз, тобто дотримуватись принципу постійності баз (the principle of constantly datum surfaces). Наприклад, в корпусній деталі за комплект чистових технологічних баз найчастіше використовують оброблені на першій операції площина і два отвори; деталь типу «ступінчастий вал» найчастіше обробляють з установленням на більшості операцій на центрові отвори і т. п. Дотримання принципу постійності баз забезпечує мінімальність похибки базування. [7]

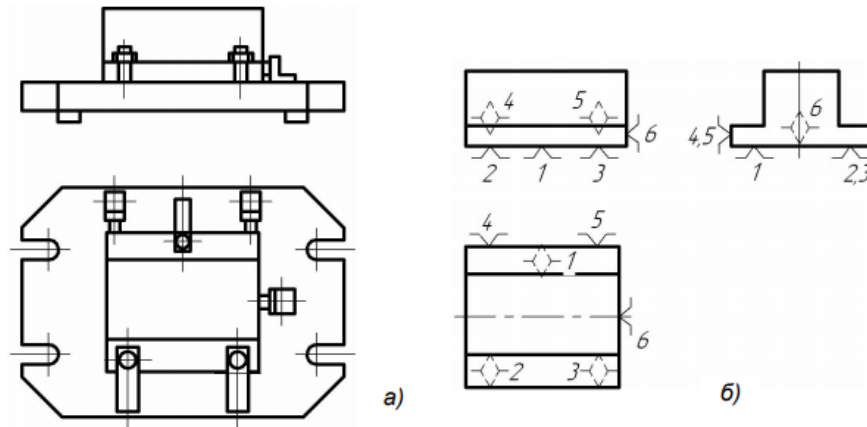
На малюнку 4.2 представлено приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних явних баз: установної, прямої та опорної.

На малюнку 4.3 представлено приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних баз: установної явної, подвійної опорної та опорної прихованих.

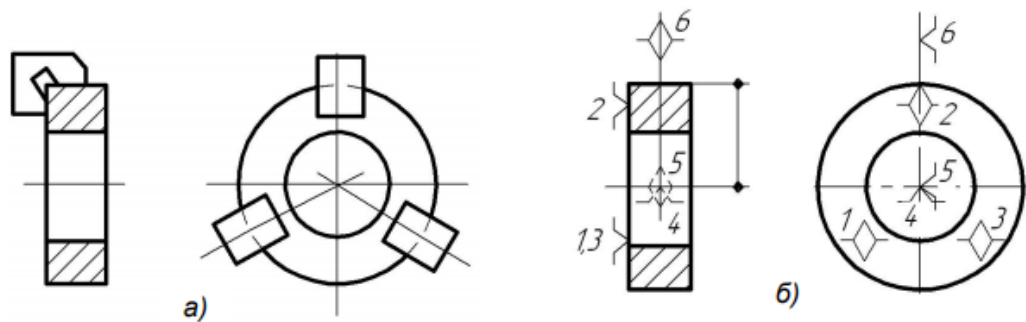
На малюнку 4.4 представлено приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних прихованих баз: подвійної прямої та двох опорних.

Останні декілька десятиліть у конструкції літаків активно застосовуються ПКМ. Враховуючи таку тенденцію, розгляд вибору складальних і технологічних баз повинен виконуватися з урахуванням цих компонентів. Так особливостями всіх ПКМ є їх неоднорідна структура по товщині, високі технологічні вимоги до обладнання для їх виготовлення а також необхідність застосування спеціальних методів поєднання деталей з ПКМ та металів.

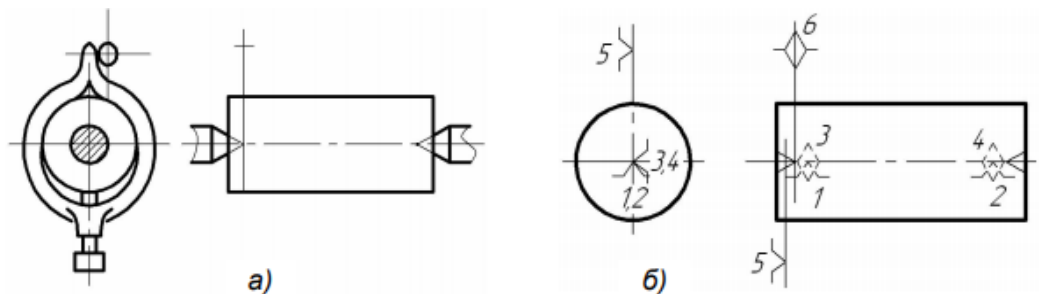
Так, в [14], на основі результатів досліджень процесів намотування були запропоновані основні принципи і методика проектування технологічних процесів виготовлення виробів із ПКМ. У таблиці 4.1 представлені результати їх аналізу.



Малюнок 4.2 - Приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних явних баз: установної, напрямної та опорної.



Малюнок 4.3 - Приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних баз: установної явної, подвійної опорної та опорної прихованих.



Малюнок 4.4 - Приклад способу установлення (а) та відповідної схеми базування (б), які відповідають використанню комплекту технологічних прихованих баз: подвійної напрямної та двох опорних.

Таблиця 4.1 - Результати аналізу умов, що пропонуються в якості принципів проектування технологічних процесів виготовлення конструкцій із ПКМ

Назва умови	Сутність умови, що пропонується	Заключення
1	2	3
1.Структурно-силових поєднань	Полягають в уставці для даного виробу із ПКМ: структури, властивостей, товщини текстурних шарів, програми укладки шарів, товщини виробу, допустимих схем стикування шарів	Так як товщина текстурних шарів і програма їх укладки є предметом дослідження етапу конструкторської підготовки виробництва, то процес їх оптимізації доцільно включити у принцип оптимального технологічного забезпечення структурно-силових комбінацій компонентів ПКМ у виробках
2.Суміщення силових полів	Полягає у суміщення напрямків волокон з потоками внутрішніх зусиль	Не являється принципом проектування технологічного процесу
3.Геометричних поєднань	Полягає у виборі найбільш оптимальних з технологічної точки зору траєкторії намотки (укладки) волокон, тобто у проектуванні структури виробу з врахуванням технологічних можливостей і особливостей процесу намотки (укладки)	Як складова частина входить у принцип оптимального технологічного забезпечення структурно-силових поєднань компонентів ПКМ у виробі

Продовження таблиці 4.1

Назва умови	Сутність умови, що пропонується	Заключення
1	2	3
4.Неперервності армування	Полягає у забезпеченні сприйняття і передачі зусиль волокнами спеціальними технологічними прийомами	Як складова частина входить у принцип оптимального технологічного забезпечення структурно-силових поєднань компонентів ПКМ у виробі.
5.Трансверсального ущільнення ПКМ	Полягає в забезпеченні в процесі формування регламентованого об'ємного вмісту компонентів ПКМ у виробі, технологічного натягу неперервної нитки або локального прижиму, або їх комбінацій.	Є правилом забезпечення принципу структурно-силових комбінацій компонентів ПКМ у виробі.
6.Силового замикання	Полягає у забезпеченні умов зберігання потрібного трансверсального ущільнення ПКМ в процесі формування.	Є правилом забезпечення принципу структурно-силових поєднань компонентів ПКМ у виробі
7.Рівних навантажень	Полягає у створенні конструктивно-технологічних умов, необхідних для забезпечення рівномірного навантаження волокон ПКМ на всіх стадіях виробництва	Є правилом забезпечення принципів структурно-силових комбінацій компонентів ПКМ у виробі

Продовження таблиці 4.1

Назва умови	Сутність умови, що пропонується	Заклучення
1	2	3
8.Резервування	Полягає у формуванні товщини виробу таким способом, щоб пакет складався з якомога більшого числа автономних і рівнозначних за конструктивним призначенням текстурних шарів	Умова не є принципом проектування технологічних процесів
9.Швидкісної намотки	Полягає у використанні сухого або мокрого волокна і застосування таких методів затвердіння, які дозволяють збільшити продуктивність технологічного процесу	Умова є правилом, що слідує з загального принципу оптимальної структури технологічного процесу і його максимальної продуктивності.
10.Підвищення життєздатності напівфабрикатів в ПКМ	Полягає у забезпеченні технологічними засобами підвищення життєздатності напівфабрикату	Є принципом проектування технологічних процесів виготовлення виробів з ПКМ
11.Ніверсійного копіювання	Полягає у виготовленні формуючої поверхні оснащення такої геометричної якості, яка вимагається від виробу	Є принципом проектування технологічних процесів.

Продовження таблиці 4.1

Назва умови	Сутність умови, що пропонується	Заключення
1	2	3
12.Компенсації при намотуванні	Полягає у забезпеченні постійного технологічного натягу у місцях зміни діаметра оправки або її конфігурації	Умова є правилом, що слідує із правила оптимального технологічного забезпечення структурно-силових комбінацій компонентів у виробі
13.Забезпечення точності конфігурації виробу	Полягає у рішенні задачі забезпечення точності конфігурації виробу у два етапи: на першому – виборі раціональних методів формування із умов типологічних ознак елементів виробу, а на другому – структури технологічного процесу	Умова є способом реалізації загального машинобудівельного принципу максимальної продуктивності і оптимальної структури технологічного процесу.

Слід зауважити, що у таблиці 4.1 не виділяється основний принцип оптик оптимального технологічного забезпечення структурно-силових комбінацій компонентів ПКМ у виробі .

Наразі деталі відсіків літаків і вертольотів виготовляють із ПКМ, найчастіше, такими методами:

- намотування;
- контактного формування;
- напилення,

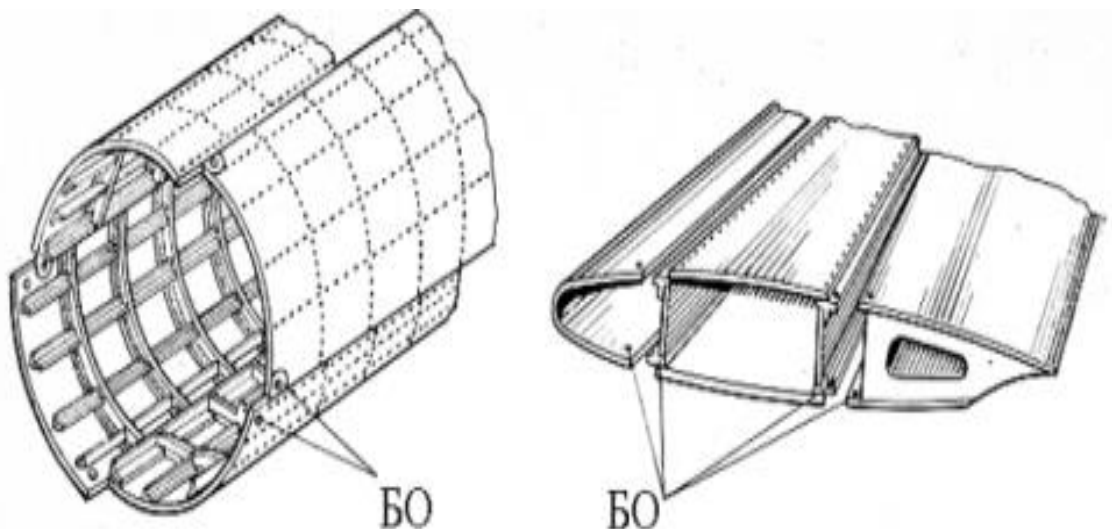
В якості технологічної бази виступає поверхня форми для намотування чи форми для контактного формування, напилення.

Нижче розглянуто деякі сучасні складальні бази.

Завдяки CAD/CAM/CAE системам є можливість активно використовувати СО. Вони, як правило, розташовують у місцях установки заклепок і болтів. Діаметр СО по заклепувальних швах приймають рівним $\varnothing 2.7H_{11}$, а по болтових з'єднаннях $\varnothing 5H_{11}$. Деякі отвори, призначені для заклепок або болтів, спочатку використовують як СО, а після складання панелі з цих отворів виймають фіксатори, розсвердлюють їх до необхідного розміру і ставлять заклепку або болт.

Застосовуються отвори під стикові болти (далі ОСБ). При складанні агрегатів, ОСБ в деталях поєднують з базовими поверхнями пристосування і сполучають деталі, створюючи стик з елементами каркаса збираного виробу.

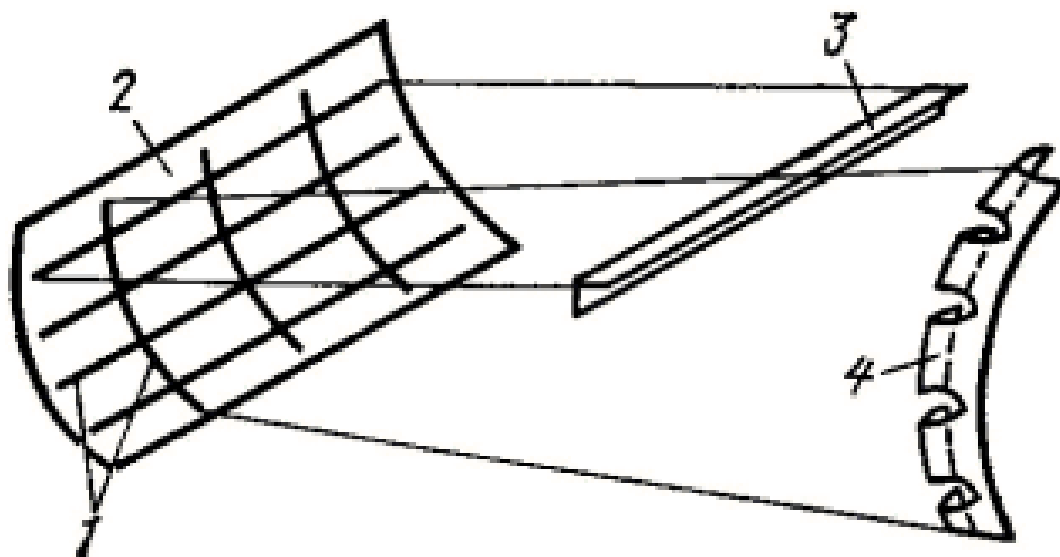
Активно використовуються БО. У процесі складання відсіків літаків, а також обраного мною об'єкта виробництва, вони застосовуються для фіксації панелей відсіку у складальному пристосуванні. На малюнку 4.5 представлена схема розташування БО у відсіках крила і фюзеляжу.



Малюнок 4.5 – Схема розташування БО у відсіках крила і фюзеляжу

Наразі базові лінії використовуються дуже рідко. Метод складання в якому застосовуються такі бази отримав назву складання по розмітці. Метод складання по розмітці вимагає обов'язкової наявності у складі збираного виробу одній такої деталі, яка могла б виконати функцію основної, і на поверхні якої можна було б нанести лінії розмітки під інші деталі, що з нею

з'єднуються. На малюнку 4.6 представлена принципова схема складання по базовим лініям, що отримані за допомогою розмітки.



Малюнок 4.6 – Принципова схема складання по базовим лініям, що отримані за допомогою розмітки. 1 – базові лінії; 2 – обшивка – базова деталь з розміткою; 3 – стрингер; 4 - шпангоут

Слід сказати, що складання частин планера літака в пристроях забезпечує точність готового виробу в межах 1 ... 1,5 мм. При цьому складальне пристосування повинно бути виготовлено з точністю, в 3 ... 10 разів перевищує точність складання виробу. Складання в складальних пристосуваннях дозволяє домагатися заданої точності остаточних форм і розмірів внаслідок примусового переміщення деталей при складанні до збігу їх базових поверхонь з базовими поверхнями фіксаторів складального пристосування. Переміщення здійснюється як без деформування деталей, шляхом лінійного переміщення, так і з примусовим деформуванням деталей до повного збігу базових поверхонь. У першому випадку говорять, що компенсація похибок розмірів відбувається шляхом переміщення, а в другому - пружною компенсації. Компенсація переміщення дозволяє отримувати задані лінійні розміри, а пружна компенсація - виправляти форму контурів деталей. Ефект пружною компенсації похибок форм деталей

успішно використовується, якщо деталь що деформується має невисоку власну жорсткість, а деталі, до яких вона прикріплюється, володіють значною власною жорсткістю. Тільки в цьому випадку можна гарантувати незмінність остаточних розмірів і форм готового виробу при його розфіксації і зняття з складального пристосування. Слід враховувати появу внутрішніх напружень при реалізації пружною компенсації, які можуть привести до небажаних наслідків при експлуатації внаслідок зниження міцності і довговічності конструкцій, які перебувають під впливом попередніх складальних напружень.

При застосуванні поверхні каркасу, обшивки (або панелі) встановлюються на базову поверхню каркаса і притискаються до неї на період виконання з'єднання.

Розмір зібраного агрегату в пристосуванні з базуванням по поверхні каркаса буде:

$$N_x = N_k + \delta_1 + \delta_2, \text{ де}$$

- N_x - номінальний розмір зовнішнього обводу виробу, що складається (в перерізі);

- N_k - номінальний розмір каркаса;

- d_1, d_2 - номінальна товщина обшивок (панелей).

При застосуванні зовнішньої поверхні обшивки, обшивка (або панель) притискається зовнішнім обводом до опорних поверхонь пристосування на період з'єднання її з каркасом.

При застосуванні внутрішньої поверхні обшивки, обшивка (або панель) притискається внутрішнім обводом до опорних поверхонь або макетної нервюрі на період її з'єднання з каркасом.[8]

З описаних складальних баз пропонується застосовувати лише СО і БО як найбільш точні при мінімальних витратах на технологічну підготовку виробництва.

Висновки по розділу

Мною були розглянуті сучасні складальні та технологічні бази, що використовуються для складання відсіків. Для розробки технології складання обраного мною об'єкта виробництва, в якості складальних баз будуть застосовані СО і БО.

5.Обладнання для базування складових частин відсіків за прогресивними базами

Сучасним обладнанням для базування наразі є лазерні центруючі вимірювальні системи (ЛЦВС).

В якості обладнання для базування яке входить до складу ЛЦВС використовуються лазерні трекари і інші прилади.

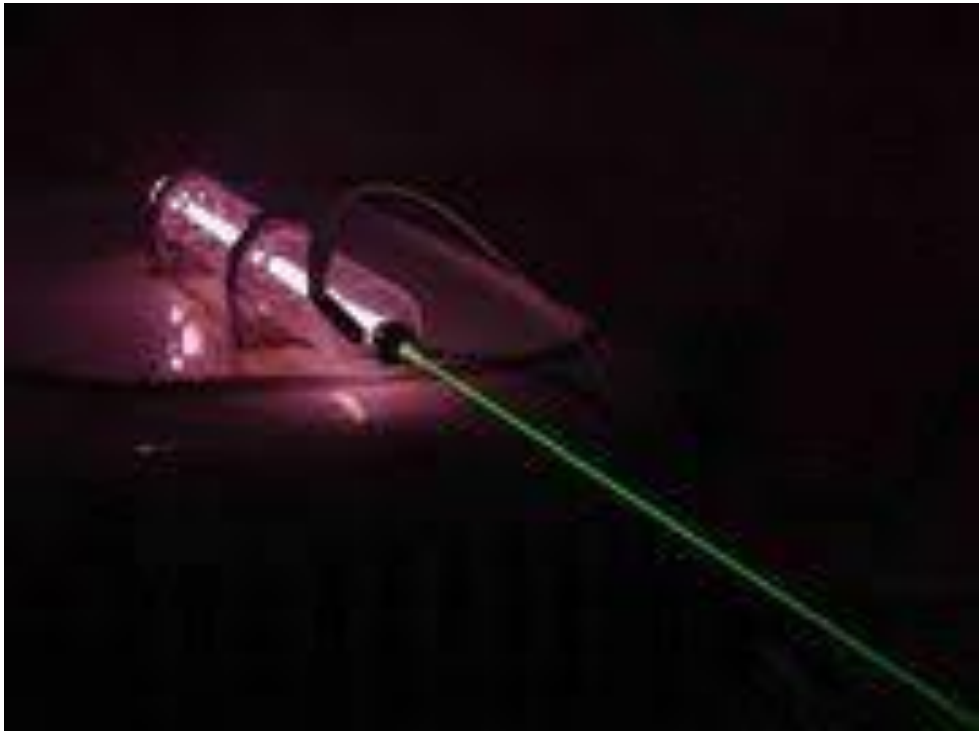
Лазерний трекер - це прилад в основі якого лежить принцип стеження за відбивачем з допомогою лазерного променя. Оператор використовує кутовий відбивач для проведення вимірювань. Назва трекер походить від англійського слова track (стежити). Лазерний промінь стежить за кутовим відбивачем. Він потрапляє на кутовий відбивач і повертається через об'єктив приладу в приймальний датчик далекоміра. Координати точки в просторі визначаються за допомогою двох кутів і відстані. Як далекоміри використовуються лазерний інтерферометр (IFM) або лазерний далекомір (ADM). IFM веде вимірювання відстаней щодо деякого базового значення, а ADM веде вимірювання абсолютних відстаней. Вимірювання можуть проводитися як в статиці, так і в динаміці.

Основним елементом лазерного трекера, інтерферометра і далекоміра є лазер. Лазер – це пристрій для генерування або підсилення монохроматичного світла, створення вузького пучка світла, здатного поширюватися на великі відстані без розсіювання і створювати винятково велику густину потужності випромінювання при фокусуванні (10^8 Вт/см² для високоенергетичних лазерів). На малюнку 5.1 представлений напівпровідниковий газовий лазер.

Трекер дозволяє з високою точністю:

- вимірювати геометричні примітиви (точки, кола, площини, конуси, циліндри і т.д.);
- вимірювати відстані;
- вимірювати кути;

- виконувати контроль криволінійних поверхонь методом порівняння з CAD моделлю;
- контролювати лінійно-кутові розміри між вимірними елементами і проводити аналіз їх взаємного розташування (непаралельність, не площинність і т.д.).



Малюнок 5.1 – Напівпровідниковий газовий лазер

Лазерний інтерферометр дозволяє контролювати:

- паралельність осей;
- прямолінійність осей;
- перпендикулярність осей.

За допомогою вказаного мною обладнання спочатку буде проведено контроль геометричних параметрів складових частин, які надійдуть на складання. Під час їх базування за допомогою цих приладів буде проводитись суміщення БО на панелях з БО на відповідних елементах стапелю, а також СО на накладках з СО на ободах типових шпангоутів.

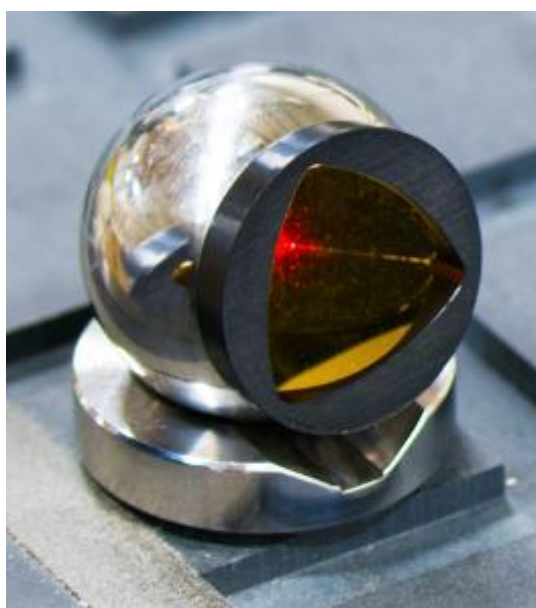
На малюнку 5.2 представлений лазерний трекер Leica AT960/930;

На малюнку 5.3 представлений відбивач променя лазерного трекера;
На малюнку 5.4 представлений лазерний інтерферометр HPI-3D (IFM);
На малюнку 5.5 представлений лазерний далекомір LEICA DISTO S910 (ADM).

У таблиці 5.1 представлені основні характеристики обладнання для базування.[15]



Малюнок 5.2 - Лазерний трекер Leica AT960/930



Малюнок 5.3 – Відбивач променя лазерного трекера



Малюнок 5.4 - Лазерний інтерферометр HPI-3D (IFM)



Малюнок 5.5 - Лазерний далекомір LEICA DISTO S910 (ADM)

Таблиця 5.1 – Основні характеристики обладнання для базування

Прилад	Основні характеристики
Лазерний трекер Leica AT960/930	Вага контролера - 1.65 кг. Вага трекера - 13.8 кг. Розмір трекера - 477 x 221 мм. Розмір контролера - 249 x 148 мм. Похибка вимірювань UXYZ - повний діапазон - $\pm 0.015 \text{ мм} + 0.006 \text{ мм / м}$. кутова точність - $\pm 0.015 \text{ мм} + 0.006 \text{ мм / м}$. Робоча температура - від 0С до + 40С.
Лазерний інтерферометр HPI-3D	Діапазон вимірювань, м - від 0 до 50 м. Межі абсолютної похибки вимірювань, мкм - $\pm (0,4 \cdot L)$ де L - вимірювана довжина, м. Довжина хвилі випромінювання, нм -632,990566 - 632,992031.
Лазерний далекомір LEICA DISTO S910	Точність вимірювання - $\pm 1.0 \text{ мм}$; Дальність - 300 м. Діапазон робочих температур, °С от -20 °С до + 50 °С. Гарантія - 3 роки.

Висновки по розділу

Мною було підібрано обладнання для базування складових частин об'єкта виробництва. Описано його можливості і параметри.

Цим обладнанням є:

- лазерний трекер Leica AT960/930;
- лазерний інтерферометр HPI-3D;
- лазерний далекомір LEICA DISTO S910.

6.Розробка схеми складання і ув'язки відсіку фюзеляжу

Схема складання і забезпечення взаємозамінності об'єкта є графічним зображенням (у вигляді умовних позначень) послідовності установки СЧ при складанні об'єкта, з вказівкою першоджерел, засобів ув'язки і ув'язуваних геометричних параметрів базових поверхонь СЧ, що входять в конструкцію об'єкта. При цьому схемою складання є ідеологія виконання операцій, яка полягає в порядку виконання окремих операцій ТП складання відсіку.

Перед розробкою схеми складання у ув'язки потрібно обрати метод забезпечення взаємозамінності (ув'язки) об'єкта.

Під геометричною взаємозамінністю розуміється властивість незалежно виготовлених СЧ, що дозволяє встановлювати їх в процесі складання і замінювати в процесі ремонту без підгонки і використання селективного складання. В авіації для забезпечення взаємозамінності застосовується ув'язка - узгодження відповідних геометричних параметрів СЧ конструкції і складального оснащення для її складання.

Під ув'язкою розуміється узгодження розмірів і форми поверхонь, що сполучаються, між собою. Метод ув'язки є методом узгодження геометричних параметрів базових поверхонь СЧ і технологічного оснащення для складання. Назви і позначення методів ув'язки визначаються на основі поєднання назв і позначень видів першоджерел і засобів ув'язки.

Для ув'язки геометричних параметрів СЧ конструкції застосовуються наступні першоджерела ув'язки : креслення (К), плаз (П), еталон (Е), програма (ПР). Для виготовлення першоджерел ув'язки застосовуються першоджерела інформації (креслення, технічні умови, системи допусків і посадок, математичні моделі і інші).

Ув'язка реалізується за рахунок використання відповідних засобів, а саме:

- універсальних: інструментальних (І);
- спеціальних: плоских - шаблонів (Ш) і об'ємних - макетів (М).

У методі ув'язки можуть мати місце два принципи утворення форм і розмірів деталей, вузлів і оснащення - пов'язаний і незалежний. Вони представлені на малюнку 3.1.

Схема ув'язки розмірів А і В за зв'язаним принципом утворення форм і розмірів (малюнок 6.1,а) має загальні для обох розмірів етапи, число яких р. Кожна з гілок утворення кінцевого розміру А і В має відповідно q і r етапів. Поля виробничих погрешностей кожного з розмірів і ув'язки двох розмірів між собою можуть бути описані наступними рівняннями:

$$\delta_A = \sum_{i=1}^p \delta_i + \sum_{j=1}^q \delta_j; \quad \delta_B = \sum_{i=1}^p \delta_i + \sum_{k=1}^r \delta_k; \quad \delta_{AB} = \sum_{j=1}^q \delta_j + \sum_{k=1}^r \delta_k$$

Де δ_A , δ_B , -поля виробничих похибок розмірів А і В відповідно; δ_{AB} - поле виробничої похибки ув'язки розмірів А і В; δ_i , δ_j , δ_k - поля виробничих похибок загальних і індивідуальних j і k етапів. Поля похибок загальних для обох розмірів етапів не впливають на точність ув'язки цих етапів між собою.

З приведених рівнянь знаходяться умови, при яких точність ув'язки розмірів А і В вище за точність кожного з цих розмірів:

$$\delta_{AB} \leq \delta_A, \quad \sum_{k=1}^r \delta_k \leq \sum_{i=1}^p \delta_i; \\ \delta_{AB} \leq \delta_B, \quad \sum_{j=1}^q \delta_j \leq \sum_{i=1}^p \delta_i, \quad \text{якщо}$$

Таким чином, для того, щоб забезпечити високу точність ув'язки розмірів, необхідно всі етапи, що дають великі похибки в кожній з індивідуальних гілок, перенести в загальні для обох розмірів етапи. В цьому випадку похибка ув'язки буде менше похибки кожного з розмірів.

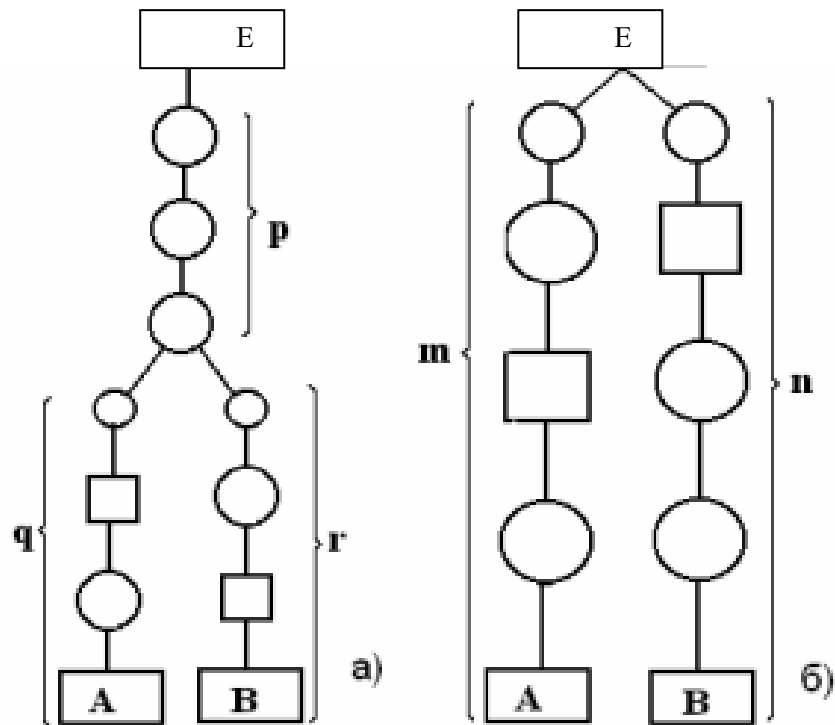
Відтворення розмірів супроводжується обробкою поверхонь, що створюють задану форму виробу. Операції перенесення форми на малюнку 3.1 показані квадратами, а розмірів - колами.

Ув'язка на основі незалежного принципу утворення розмірів і форм виробів (малюнок 6.1,б) не містить загальних етапів перенесення кожного з розмірів. В цьому випадку перенесення розмірів А і В здійснюється

незалежно один від одного при різному в загальному випадку числі індивідуальних етапів m і n . Поле похибок ув'язки розмірів A і B , в цьому випадку запишеться у вигляді:

$$\delta_{AB} = \sum_{j=1}^m \delta_j + \sum_{k=1}^n \delta_k,$$

де δ_j, δ_k - поля похибок j -го і k -го етапів перенесення розмірів A і B .



Малюнок 6.1 – Принципи утворення форм і розмірів: а) пов'язаний
б) незалежний

Для ув'язки об'єкта виробництва мною обраний метод ПРИМ і незалежний принцип утворення форм і розмірів, що пояснюється тим, що цей метод дозволить отримати високу точність.

В якості першоджерела інформації мною обрана електронна модель (далі ЕМ).

Технічний опис вибраного методу ув'язки:

- першоджерело ув'язки – програма;
- засоби ув'язки – універсальні інструменти (на малюнку 6.2 представлений фрезерно-свердлильний верстат з ЧПУ).[16]



Малюнок 6.2 – Фрезерно-свердлильний станок з ЧПУ

Далі мені потрібно обрати схему складання. Залежно від наявності різних способів розчленовування авіаційних конструкцій на окремі СЧ, можна виділити наступні основні схеми складання:

- а) послідовна;
- б) паралельна;
- в) паралельно-послідовна.

Для складання відсіку мною обрана послідовна схема складання.

Мною розроблена схема складання і ув'язки відсіку (див. Графічну частину).

На плакаті під назвою «модифікована схема складання і ув'язки відсіку літака» мною показані принципи її формування.

Висновки по розділу

Для ув'язки об'єкта виробництва мною обраний ПРИМ метод ув'язки і незалежний принцип утворення форм і розмірів, що пояснюється тим, що цей метод дозволить отримати високу точність. Схема складання обрана послідовна.

На основі цих даних була розроблена схема складання і ув'язки відсіку. Вона дозволяє:

- зменшити трудомісткість на 25-30 %;
- забезпечити необхідну точність;
- зменшити затрати на оснащення;
- підвищити продуктивність на 15 %.

7.Розробка технології складання

7.1. Розробка технічних умов постачання складових частин на складання (монтаж, випробування) об'єкта

Вимоги, що пред'являються до деталей, що надходять на складання, і складальних одиниць, складаються з вимог по загальній взаємозамінності і вимог, пов'язаних із вживаним методом базування, і процесом складання.

Технічні умови (ТУ) постачання СЧ на складання відсіку є основним технологічним документом, що встановлює вимоги до СЧ.

ТУ постачання СЧ на складання встановлюються з урахуванням наступних основних обставин:

- схеми конструктивно-технологічного розчленовування;
- вибраного (розробленого) методу складання ;
- схеми складання;
- максимальної виробничої завершеності СЧ, що поступають на складання відсіку;
- наявності, розмірів і зон розташування в СЧ компенсаторів і оброблюваних припусків, призначених для забезпечення заданої точності геометричних параметрів;
- конструктивно-технологічних характеристик і особливостей СЧ.

Загальні ТУ постачання СЧ на складання відсіку:

- 1) Витримка, в межах встановлених допусків, фактичних розмірів кожного елементу складальної одиниці, рівним креслярським, згідно ОСТ 1 00022-80.
- 2) Правильність положення усіх геометричних контурів деталей відносно базових осей.
- 3) Використання вказаних матеріалів, виконання операційних режимів обробки.
- 4) Забезпечення необхідних мас елементів. [17]

5) Покупні агрегати перед складанням повинні піддаватися вхідному контролю, що включає, у тому числі, перевірку наявності технічних паспортів і сертифікатів якості.

6) Відсутність на деталях і вузлах тріщин, іржі, знятого покриття та ін. дефектів.

7) Подряпини, риси на поверхнях деталей не допускаються.

8) Виконання діаметрів отворів під КЕ в межах призначеного допуску.

Специфічні ТУ постачання СЧ на складання відсіку представлені в таблиці 7.1.1.

Таблиця 7.1.1 - Специфічні ТУ постачання СЧ на складання відсіку

СО		БО		Примітки
кількість	СЧ, що сполучається	кількість	елемент СП, що сполучається	
1	2	3	4	5
Відсік підлоги (шп.8-28)				
n	Секції панелей бічних, лів./прав. (шп.8-28)	n ₁	Упори	Надходять з подовжніми і поперечними балками, нижніми частинами шпангоутів 8-28
Секції панелей бічних, лів./прав. (шп.8-28)				
n	Стрингер 15, секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28), стикувальні стрічки	n ₁	Упори	Надходять на складання з приклепаними ободами шп. 8-18,23-28, кницями і стрингерами, з підкладними стрічками і бічними частинами шп. 19,20 і 22, стикувальними деталями для кріплення центроплану

Продовження таблиці 7.1.1

СО		БО		Примітки
кількість	СЧ, що сполучається	кількість	елемент СП, що сполучається	
1	2	3	4	5
Секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28)				
n	Секції панелей бічних, лів./прав. (шп.8-28), стрингер 28, стикувальні стрічки	n ₁	Упори	Надходять з приклепаними ободами шп. 8-18,23-28, кницями і стрингерами, сполучені технологічними гвинтами із стрингером 15, з підкладними стрічками і бічними частинами шп. 19,20 і 22, стикувальними деталями для кріплення центроплану
Панель верхня передня				
n	Секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28), стикувальні стрічки	n ₁	Упори	Надходить на складання з ободами шп. 8-18,23-28, кницями і стрингерами, стрингером 28, закріпленим технологічними гвинтами, з такелажними вузлами, стикувальними деталями для кріплення центроплану

Продовження таблиці 7.1.1

СО		БО		Примітки
кількість	СЧ, що сполучається	кількість	елемент СП, що сполучається	
1	2	3	4	5
Панель верхня задня				
n	Секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28), стикувальні стрічки	n ₁	Упори.	Надходить на складання з ободами шп. 8-18,23-28, кницями і стрингерами, стрингером 28 закріпленим технологічними гвинтами, з такелажними вузлами, стикувальними деталями для кріплення центроплану
Стрингер 15				
n	Секції панелей бічних, лів./прав. (шп.8-28), книці	-	-	Надходить прикріплений до секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28) технологічними гвинтами
Стрингер 28				
n	Секції панелей віконних, лів./прав. (шп.8-28), книці	-	-	Надходить прикріплений до верхньої передньої (задньої) панелям технологічними гвинтами

Продовження таблиці 7.1.1

СО		БО		Примітки
кількість	СЧ, що сполучається	кількість	елемент СП, що сполучається	
1	2	3	4	5
Книці				
n	Елементи силового набору	-	-	-
Центроплан				
n	Бічна частина шп.19, бічна частина шп.22	-	-	Надходить складеним в стапель складання фюзеляжу
Нижня частина шп.19				
n	Бічна частина шп.19, стійкі шасі	-	-	Надходять у складі секцій бічних панелей, з встановленими кронштейнами
Бічна частина шп.19				
n	Нижня частина шп.19, центроплан, балка подовжня під центропланом	-	-	Надходять у складі секцій бічних панелей, вузлами кріплення подовжньої балки і центроплану
Нижня частина шп.20				
n	Бічна частина шп.20, стійкі шасі	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей з встановленими кронштейнами
Бічна частина шп.20				
n	Нижня частина шп.20, балка подовжня під центропланом	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей, вузлами кріплення подовжньої балки

Продовження таблиці 7.1.1

СО		БО		Примітки
кількість	СЧ, що сполучається	кількість	елемент СП, що сполучається	
1	2	3	4	5
Нижня частина шп.21				
n	Бічна частина шп.21	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей
Бічна частина шп.21				
n	Нижня частина шп.21, балка подовжня під центропланом	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей, вузлами кріплення подовжньої балки під центропланом
Нижня частина шп.22				
n	Бічна частина шп.22, стійкі шасі, центроплан	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей, з встановленими кронштейнами
Бічна частина шп.22				
n	Нижня частина шп.22, центроплан, балка подовжня під центропланом	-	-	Надходить у складі секцій бічних панелей, вузлами кріплення подовжньої балки під центропланом і центроплану
Накладки				
n	Ободи шпангоутів	-	-	-
Ободи типових шп.8,10-11,13-18,21,23-28				
n	Накладки, книці	-	-	-
Балка подовжня під центропланом				
n	Ободи шп. 19-22	-	-	Надходить на складання з вузлами кріплення до шп.19-22

n, n₁ - дивитися по конструкторській документації.

7.2. Вибір, технічний опис та обґрунтування засобів технологічного оснащення для складання (монтажу, випробування) об'єкта

Засоби технологічного оснащення - це сукупність знарядь виробництва, необхідних для здійснення технологічного процесу.

До засобів технологічного оснащення відносяться:

- технологічне устаткування (у тому числі контрольне і випробувальне);
- технологічне оснащення (у тому числі робочі інструменти і засоби контролю);
- засоби механізації і автоматизації технологічних процесів.

Склад необхідних ЗТО для складання відсіку визначається на підставі уточненої технологічної послідовності. Стосовно авіаційних конструкцій, до складу ЗТО можуть входити наступні їх типи: технологічне оснащення, устаткування, механізований (МІ) і різальний (РІ) інструмент, різні пристрої і інші ЗТО.

Перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП складання відсіку, представлений в таблиці 7.2.1.

Таблиця 7.2.1 - Перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП складання відсіку

№ п/п	Найменування ЗТО	Основні технічні характеристики ЗТО
1	2	3
Технологічне оснащення		
1	Складальне пристосування	Є стапелем спрощеної конструкції, містить упори, внутрішні і зовнішні помости (для забезпечення доступу до СЧ АК під час складання).

Продовження таблиці 7.2.1

№ п/п	Найменування ЗТО	Основні технічні характеристики ЗТО
1	2	3
Устаткування		
2	Клепальний автомат Broetje (представлений на малюнку 7.2.1)	1.Виконує операції: клепка, свердління, зенкування, герметизація. 2.Конструкція автомата дозволяє виконувати з'єднання з внутрішнього боку відсіку Ф-2. 3.Потужність електродвигуна - 25 кВт. 4.Витрата стислого повітря 80 м³/год.
3	лазерний трекер Leica AT960/930 (представлений на малюнку 7.2.2)	Похибка вимірювань UXYZ - повний діапазон - ± 0.015 мм + 0.006 мм / м. кутова точність - ± 0.015 мм + 0.006 мм / м.
4	Лазерний інтерферометр HPI- 3D	Діапазон вимірювань, м - від 0 до 50 м. Межі абсолютної похибки вимірювань, мкм - $\pm (0,4 \cdot L)$ де L - вимірювана довжина, м. Довжина хвилі випромінювання, нм - 632,990566 - 632,992031.
5	Лазерний далекомір LEICA DISTO S910	Точність вимірювання - ± 1.0 мм; Дальність - 300 м. Діапазон робочих температур, °С от -20 °С до + 50 °С. Гарантія - 3 роки.
6	Кран-балка (представлена на малюнку 7.2.3)	Висота підйому – 50м. Швидкість руху – 20 м/хв

Продовження таблиці 7.2.1

№ п/п	Найменування ЗТО	Основні технічні характеристики ЗТО
1	2	3
Механізований інструмент (МІ)		
7	RRH04P-01 Пневматичний клепальний молоток, з гасителем вібрацій компанії Atlas Copco (представлений на малюнку 7.2.4)	1.Частота ударів - 66 Гц. 2. Виконує операцію: клепка 3.Енергія удару - 2 Дж. 4.Маса - 1 кг. 5.Витрата повітря - 3.7 л/с. 6.Працює із заклепками діаметрами до 7 мм
8	Машина для затягування болтів за технологічний хвостовик (МЗБ) компанії Alcoa	1.Тип - KTL. 2.Призначення - затягування болтів за технологічний хвостовик. 3.Витрата повітря - 48 м³/год.
9	Гайковерт LTD61H100-13-RE компанії Atlas Copco (представлений на рисунку 7.2.5)	1.Швидкість - 1800 об/хв. 2.Виконує операції: закручування і відкручування гайок 3.Маса - 3кг. 4.Витрата повітря - 20 л/с. 5.Максимальний робочий тиск 7 бар.
Різальний інструмент (РІ)		
10	Свердло CoroDrill460 компанії Sandvik (представлене на рисунку 7.2.6)	1.Кут при вершині - 140 градусів. 2.Робоча довжина - 15.9 мм. 3.Число канавок - 2. 4.Загальна довжина - 66 мм.



Малюнок 7.2.3 – Кран-балка



Малюнок 7.2.2 - Лазерний трекер Leica AT402



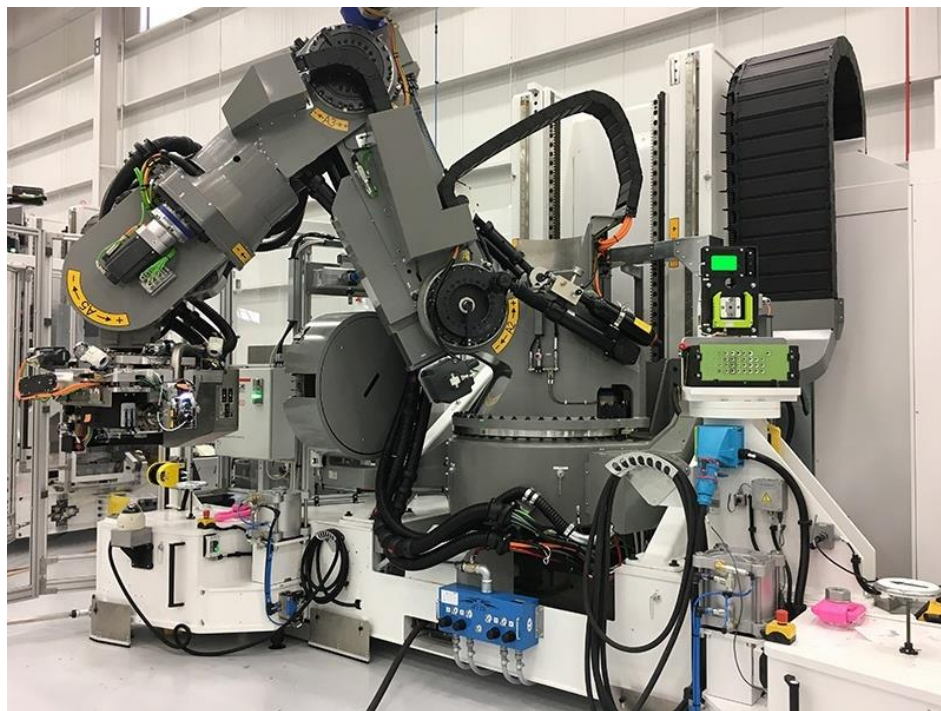
Малюнок 7.2.4 - Пневматичний клепальний молоток RRH04P-01



Малюнок 7.2.5 - Гайковерт LTD61H100-13-RE



Малюнок 7.2.6 - Свердло CoroDrill460



Малюнок 7.2.1 – Клепальний автомат

7.3.Розробка робочого технологічного процесу складання (монтажу, випробування) об'єкта в маршрутно-операційному описі. Оформлення на бланках.

Технологічний процес - це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії зі зміни і (чи) визначення стану предмета праці. До предметів праці відносять заготівлі і вироби.

Практично будь-який технологічний процес можна розглядати як частину складнішого процесу і сукупність менш складних (у межі - елементарних) технологічних процесів. Елементарним технологічним процесом або технологічною операцією називається найменша частина технологічного процесу, що має усі його властивості. Укрупнений технологічний процес містить невелике число великих операцій. Це дає можливість виконати обробку деталей за мінімальну кількість установок і отримати високу точність взаємного розташування поверхонь при найменших витратах на виготовлення спеціальних пристосувань.

Укрупнений ТП повинен містити наступну інформацію:

- а) склад і послідовність виконання технологічних операцій;
- б) необхідні ЗТО для виконання операцій, в тому числі контролю;
- в) методи і засоби контролю;
- г) транспортні і підйомні засоби;
- д) розряди робіт, спеціальності робітників;
- ж) норми часу по кожній операції;
- з) Організаційно-технічні вимоги.

Розробка ТП робиться з урахуванням наступних обставин:

- а) максимальна технологічна досконалість;
- б) найбільша по можливості продуктивність праці;
- в) найкращі умови праці робітників;
- г) забезпечення якості.

Нормування ТП фіксується у вигляді норм часу в технологічних картах по кожній операції. Нормування залежить від виду зв'язку його з організацією оплати праці, виробничих традицій, першоджерел процесу нормування. Останніми можуть виступати: укрупнені норми, типові ТП, циклові графіки. Трудомісткість ТП складається з суми норм часу за операціями і завданнями. На підставі значення загальної трудомісткості розраховується кількість робітників, відповідних ЗТО, а також робиться розробка циклового графіку.

Висновки по розділу

Мною була розроблена технологія складання обраного мною об'єкта виробництва, а саме відсіку Ф-2 літака Ан-140. Технологія включає в себе технологічний процес складання і засоби технологічного оснащення.

8.Розробка стартап – проекту

8.1.Опис ідеї проекту

В межах підпункту мною буде послідовно проаналізовано та подано у вигляді таблиць:

- зміст ідеї (що пропонується);
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників.

Перші три пункти мною будуть подані у вигляді таблиці 1 і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 1 - Опис ідеї стартап - проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Ідея мого стартап - проекту полягає у застосуванні в якості складальних баз лише отворів, а саме СО і БО, замість поверхонь. У розробленій мною технології складання відсіку Ф-2 літака Ан-140 вона реалізована.	1.Складання відсіків літаків деталі яких виготовлені з традиційних металевих матеріалів. 2.Складання відсіків літаків деталі яких виготовлені з КМ. 3.Складання відсіків літаків деталі яких виготовлені з КМ і металевих матеріалів.	1.Зменшення трудомісткості складання відсіків. 2.Зниження витрат на складальне оснащення за рахунок спрощення його конструкції.

Наступним кроком мною був проведений аналіз техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів. Він передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Результати представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.

№ п/п	Техніко – економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W	N	S
		Мій проект. Технологія складання відсіків фюзеляжу	Конкурент. Технологія, що використовується на ДП «Антонов»			
1	Розмір капіталовкладень	високі	низькі			+
2	Переваги у затратах виробництва	високі	низькі		+	
3	Ціна готового виробу	зменшиться при великій серії	висока			+
4	Динаміка галузі	висока	висока		+	
5	Ціна обслуговування	висока	середня			+

8.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу мною було проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару). Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту;
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити;
- чи доступні такі технології авторам проекту.

Результати аналізу представлені у таблиці 3.

Таблиця 3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Моя ідея полягає у застосуванні в якості складальних баз лише отворів, а саме СО і БО, замість поверхонь.	Для реалізації мені потрібне: <ul style="list-style-type: none">- обладнання з ЧПУ;- ЛЦВС;- CAD/CAM/CAE системи	Дані технології є в наявності.	Вони доступні для придбання
Ідея мого стартап - проекту може бути реалізована.				

8.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап – проекту

Далі мною був проведений аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку. Результати аналізу представлено у таблиці 4.

Так як банківський відсоток на вкладення становить 12% що на 8% відсотки менше ніж середня норма рентабельності то вкладання грошей доцільне.

Таблиця 4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап - проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	5 млн. ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Обмеження є і воно полягає в необхідності забезпечення стабільної якості
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	20

Застосування моєї ідеї дозволить у перспективі зменшити собівартість продукції за рахунок зменшення виробничих затрат. При чому її можна застосовувати не лише для відсіків фюзеляжу Ф-2 літака Ан-140, а і для інших конструкцій як з металів так і КМ. Виходячи з цього шанс успішно виходу на ринок з неї доволі високий.

Надалі я визначаю потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формую орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи. Результати представлено у таблиці 5

Таблиця 5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап - проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Екологічна	Виробники авіаційної техніки	Екологічні стандарти	Безпечність для оточуючого середовища

Продовження таблиці 5

2	Надійність	Виробники авіаційної техніки	Відповідні нормативні акти	Безпечність експлуатації
---	------------	------------------------------	----------------------------	--------------------------

Після визначення потенційних груп клієнтів мною проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. №№ 6-7). Фактори в таблиці подані в порядку зменшення значущості.

Таблиця 6 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Комерційний	Він полягає у зменшенні попиту на продукцію	Для компенсації цієї загрози компанія може знизити кількість виробленої продукції або вкласти кошти у додаткову рекламу
2	Економічний	Він полягає у збільшенні вартості матеріалів необхідних для виготовлення продукції і готових виробів що призведе до підвищення вартості продукції	Реакція буде полягати у модернізації виробництва з метою збільшення його ефективності з точки зору зменшення затрат
3	Логістичний	Полягає у неможливості співпраці з постачальниками матеріалів і готових виробів через низку причин, наприклад через санкції	Компанія може спробувати знайти інших постачальників. Деякі речі які потрібні для виробництва компанія може спробувати виробляти сама
4	Стихійний	Полягає у вірогідності того що виробничі потужності отримають критичні ушкодження внаслідок руйнівних природних явищ.	Створення підземних заводів.

Таблиця 7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Комерційний	Він полягає у зростанні попиту на продукцію	Компанія може збільшити кількість продукції що виробляється
2	Економічний	Він полягає у зменшенні вартості матеріалів і обладнання необхідного для виробництва	Компанія зможе витратити менше коштів для налагодження виробництва продукції, що дозволить зменшити собівартість продукції відносно тої яка була запланована раніше

Наступним кроком проводжу аналіз пропозиції: визначаю загальні риси конкуренції на ринку. Результати представлені у таблиці 8.

Таблиця 8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
Тип конкуренції – чиста.	У великій кількості компаній які виробляють таку ж продукцію	Роботи по зменшенню собівартості продукції
Світовий рівень конкуренції	Компанії конкуренти знаходяться у різних країнах світу	Активні вкладення у рекламу
За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренти працюють у галузі авіабудування	Застосування досягнень конкурентів
Конкуренція за видами товарів – товарно-видова	Товаром який виробляється є фініки літаків	Покращення технології складання відсіків

Продовження таблиці 8

Характером конкурентних переваг - цінова	Вона полягає у необхідності досягнення ціни виробу не набагато більшої ніж у конкурентів	Покращення технології складання відсіків
За інтенсивністю – марочна	У створенні репутації компанії за рахунок якісної продукції	Забезпечення якості продукції

Після аналізу конкуренції проводжу більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі. Результати представлені у таблиці 9.

Таблиця 9 - Аналіз конкуренції у галузі

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ДП «АНТОНОВ»	Висока вартість налагодження виробництва і високі вимоги до якості продукції	Зниження розміру поставок, змінні витрати постачальників	Розмір закупівель, прибутки	Немає
Висновки	Конкуренція дуже інтенсивна	Вірогідність низька	Від постачальників залежить функціонування виробництва тому, що саме вони забезпечують його матеріалами	Від того чи будуть клієнти купляти продукцію залежить прибуток компанії і можливість її функціонування	непотрібні

Виходячи з даних таблиці можна сказати, що входження на ринок можливе.

На основі аналізу конкуренції, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 2), вимог споживачів до товару (табл. 5) та факторів маркетингового середовища (табл. №№ 6-7) визначаю та обґрунтовую перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюю за табл. 10

Таблиця 10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Якість	Стабільна якість продукції дозволить отримати прихильність від споживачів, що є найкращою рекламою
2	Ціна	Ціна продукції повинна бути не набагато більшою ніж у конкурентів, а краще нижчою щоб привабити споживачів
3	Маркетинг	В сучасних умовах правильний маркетинг дозволяє привернути увагу споживачів до продукції
4	Вартість налагодження виробництва	Ціна продукції напряму залежить від собівартості яка в свою чергу формується за рахунок вартості налагодження виробництва. Моя технологія дозволяє її знижити.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 10) проводжу аналіз сильних та слабких сторін стартап - проекту (табл. 11).

Таблиця 11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з обраним мною об'єктом виробництва						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Якість	5					+		
2	Ціна	10					+		
3	Маркетинг	20					+		

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 11).

Таблиця 12 - SWOT-аналіз стартап - проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - можливість забезпечення стабільної якості виробів; - зменшення кількості персоналу і відповідних витрат. 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необхідність у доволі великих капіталовкладеннях для реалізації технології складання; - ризик отримати великі збитки через певні загрози.
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - підвищення продуктивності; 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зменшення попиту на продукцію; - збільшення вартості обладнання,

На основі SWOT-аналізу розробляю альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап - проекту на ринок та орієнтовний

оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 9, аналіз потенційних конкурентів). Визначені альтернативи аналізую з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 13).

Таблиця 13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап - проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Зміни у технології складання направлені на зменшення вартості її реалізації	Висока	Приблизно 1 рік
2	Адаптація технології складання під інший об'єкт виробництва	Середня	Приблизно 1-2 роки

З наведених альтернатив я обираю першу.

8.4.Розробка ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 14).

Таблиця 14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Простота входу у сегмент
1	Українські компанії що працюють у сфері авіаперевезень	Вона залежить від ціни але доволі висока	Приблизно 500 літаків	Вхід дуже складний
2	Закордонні компанії що працюють у сфері авіаперевезень	Теж висока але залежить в першу чергу від якості продукції	Приблизно 700 літаків	Вхід дуже складний

Для роботи в обраних сегментах ринку формулюю базову стратегію розвитку (табл. 15).

Таблиця 15 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкуренто спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Зміни у технології складання направлені на зменшення вартості її реалізації	Стратегія концентрованого маркетингу	Менша вартість реалізації технології і відповідно вартість продукції ніж у конкурентів	Стратегія лідерства по витратах

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 16).

Таблиця 16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект першопрохідцем на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурен- та, і які?	Стратегія конку- рентної поведін ки
1	ні	Буде вестись пошук нових споживачів і боротьба за споживачів конкурентів	Так буде. Ті які дозволять зменшити вартість продукції.	Стратегія наслідування лідеру

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 16) розробляю стратегію позиціонування (табл. 17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап- проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключові)
1	Стабільна якість, прийнята ціна.	Стратегія лідерства по витратах	Можливість забезпечити стабільну якість і високу продуктивність	Якість, ціна, технологічність

8.5.Розробка маркетингової програми стартап - проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Прийнята ціна	Економія на ціні товару	Для реалізації технології потрібно вкласти не надто багато коштів.

Продовження таблиці 18

2	Ремонтопридатність	Економія коштів на ремонті	Технологія складання розроблена під перевірену часом конструкцію
---	--------------------	----------------------------	--

Надалі розробляю маркетингову модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 19).

Таблиця 19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Товар з стабільною якістю, прийнятною ціною і високою ремонтпридатністю		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості	М/Нм	Вр
	ремонтпридатність якість	-	-
	Якість: регламентована документацією		
	Пакування: відсутнє		
	Марка: Літаки Ан-140 (у склад яких входять відсіки для яких розроблена технологія складання)		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: Властивості відповідають запланованим.		
	Після продажу: Властивості відповідають запланованим.		
Товар буде захищений від копіювання тим що його складно скопіювати.			

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари - аналоги	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	-	40 млн. доларів	Нижня 35 млн. доларів. Верхня 39 млн. доларів

Наступним кроком я визначаю оптимальну систему збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 21).

Таблиця 21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Вони закупають товар великими партіями	Надавати споживачу необхідну інформацію про товар	Канал другого рівня тому що це знімає з виробника навантаження пов'язані з реалізацією товару	В основному продаж великими партіями тобто оптом

Таблиця 22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Для клієнтів дуже важливими є строки надходження замовленого товару	Інтернет, телефон, факс.	Літак Ан-140	Привернути увагу споживача до товару	Рекламний ролик в якому будуть описані переваги товару над конкурентами

Насамкінець розробляю концепцію маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 22).

8.6.Очікувана ефективність стартап - проекту

Застосування ідеї мого стартап – проекту дозволить зменшити трудомісткість складання і вартість відсіків Ф-2 літака Ан-140. За рахунок спрощення процесу складання і зменшення виробничих витрат. Зменшення виробничих витрат досягається за рахунок спрощеного складального оснащення, відмови від величезної кількості традиційних креслень і спрощення процесу ув'язки. Її можна застосовувати як відносно конструкцій з традиційних металевих матеріалів так і у перспективі відносно конструкцій з КМ. Це відповідно дозволить зменшити вартість готового виробу до конкурентоздатної і відповідно привабливої для клієнтів. Термін реалізації проекту – 1 рік.

Ефект від його реалізації:

- зменшення трудомісткості складання на 40 відсотків;
- зменшення затрат на оснащення для складання на 30 відсотків;
- підвищення продуктивності складання на 30 відсотків;
- зменшення собівартості продукції на 30 відсотків;
- орієнтовна ціна при реалізації продукції 36 млн. доларів.

Тобто можна сказати, що можливість ринкової комерціалізації є.

Подальші роботи я вважаю доцільними.[18]

Висновки по розділу

В рамках даного розділу мною був розроблений стартап – проект. Фіналом його розробки стали висновки щодо можливості його комерціалізації і доцільності подальших робіт. Виходячи з ефекту від його

реалізації, був зроблений висновок про можливість його комерціалізації і доцільність подальших робіт.

Висновки

На підставі виконаних досліджень зроблені наступні висновки:

1. Перехід від застосування у якості складальних баз поверхонь, а саме зовнішньої і внутрішньої поверхні обшивки, до застосування лише отворів, а саме СО і БО, під час складання відсіків фюзеляжу дозволить зменшити трудомісткість за рахунок усунення необхідності у свердлінні отворів ручним МІ, а також зменшити затрати на складальні пристосування за рахунок спрощення їх конструкції.

2. На основі аналізу особливостей конструкцій із КМ, які активно застосовуються у літаках закордонних авіабудівних фірм, таких як Airbus і Boeing, (але, на жаль, не на вітчизняних) було виявлено, що СО і БО ідеально підходять для використання їх у якості складальних баз при застосуванні таких конструкцій.

3. При розробці схеми складання і ув'язки мною було запропоновано використати у якості першоджерела інформації ЕМ замість креслення. На її основі будуть розроблятися першоджерела ув'язки, а саме УП. В якості засобів ув'язки мною пропонується застосовувати обладнання з ЧПУ.

Ці заходи дозволять:

- зменшити трудомісткість на 25-30 %;
- забезпечити необхідну точність;
- зменшити затрати на оснащення;
- підвищити продуктивність на 15 %.

4. В якості обладнання для базування мною було обране сучасне лазерне обладнання, а саме лазерний далекомір, лазерний трекер і лазерний інтерферометр. Останній, за рахунок можливості контролю положення осей, обраний саме з огляду на застосування СО і БО.

Результати дисертації:

апробовані на науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Авіа - ракетобудування:Перспективи та напрямки розвитку» з публікацією тез;

опубліковані у формі статті у фаховому виданні.

Список використаних джерел

1. Кривцов В.С., Воронько В.В., Зайцев В.Е. Современные перспективы развитие технологии сборки авиационных конструкций// Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков/ ISSN 1815-2066. Nauka innov. 2015, 11(3): 12—20
2. Воронько В.В., Воробьев Ю.А., Григоренко О.В. Нечеткая модель формирования виртуальных баз роботом-манипулятором при конвейерной сборке планера самолета // Зб. наук. пр. «Системи обробки інформації» / М-во оборони України, Харк. ун-т повітр. сил ім. Івана Кожедуба. — Харків, 2012. — Вип. 7 (105). — С. 64—68.
3. Воронько В.В. Концепция создания программного обеспечения для визуализации процессов сборки плоских узлов планера самолета // Авиационно-космическая техника и технология. — 2013. — № 2 (99). — С. 21—24.
4. ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения/
5. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.
6. ГОСТ 3.1107-81 Единая система технологической документации. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
7. Дерібо О.В. Основи технології машинобудування частина 2/ Вінниця ВНТУ 2014р.
8. Методи збирання та складальні бази (um.co.ua - Учбові Матеріали для студентів і школярів України).
9. Ярушин С.Г. Технологічні процеси в машинобудуванні//2014р.
10. Сборочные, монтажные и испытательные процессы в производстве летательных аппаратов: Учебник для студентов высших технических

- учебных заведений / В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков и др. Под ред. проф. В.А. Барвинка. – М. – Машиностроение. 1996. – 576 с.
11. Статья «Особенности базирования деталей по сборочным отверстиям» / В.В. Самохвалов, В.М. Чернов.
 12. Особенности технологии сборки планера самолета: учеб. Пособие / Р.И. Гусева – Комсомольск-на-Амуре; ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013. – 133 с.
 13. Безъязычный В.Ф. Справочник фрезеровщика/ 2010р.
 14. Гайдачук В.Е., Коваленко В.А., Потапов А.М. Основные принципы и правила проектирования технологических процессов производства агрегатов ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов/ стаття/УДК 629.79/ 2013р.
 15. Сайти компаній виробників приладів.
 16. ОСТ 1.42296-85 Система ув'язки геометричних параметрів і забезпечення взаємозамінності вузлів і агрегатів літальних апаратів.
 17. Конструкторська документація на відсік.
 18. Методичні рекомендації до виконання розділу «розробка стартап-проекту»
 19. Офіційні відео компаній Airbus і Boeing.